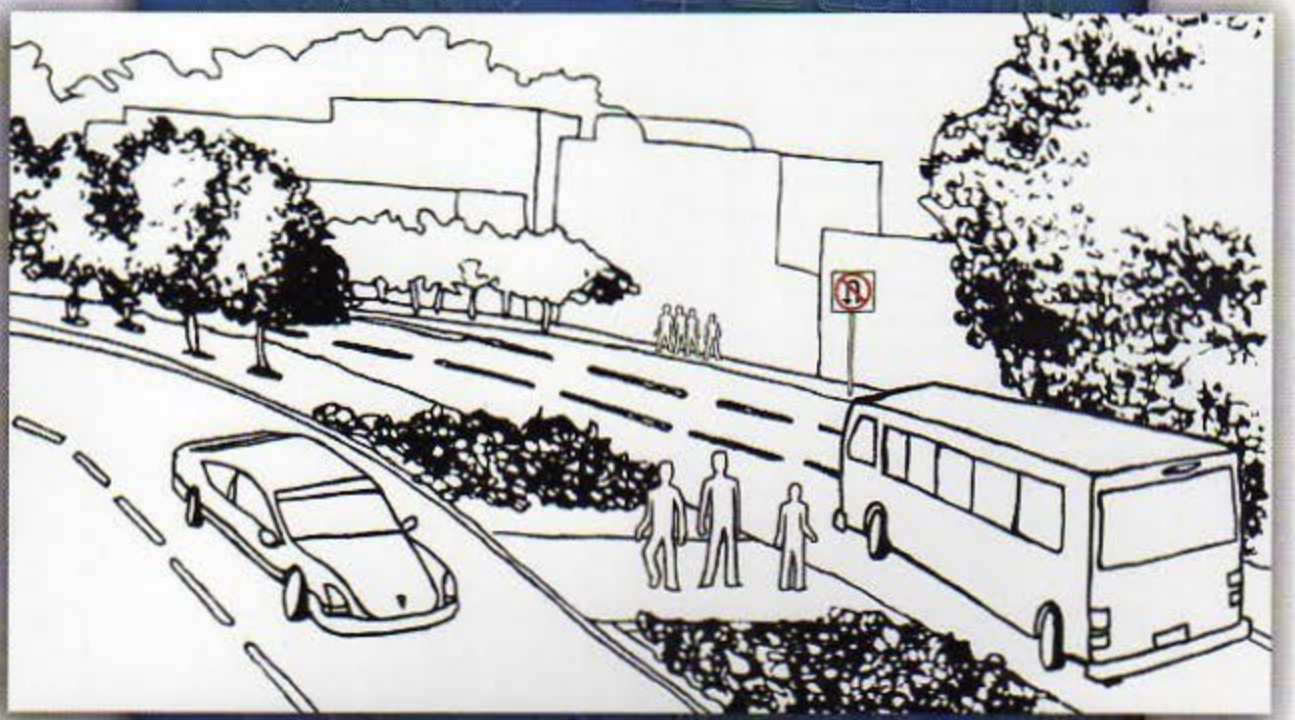
MANUAL DE DISEÑO URBANO

- Análisis programático, terreno y clima
- Vialidad y lotificación
- Redes de infraestructura
- Señalamientos, vegetación y pavimentos



Jan Bazant S.

trillas

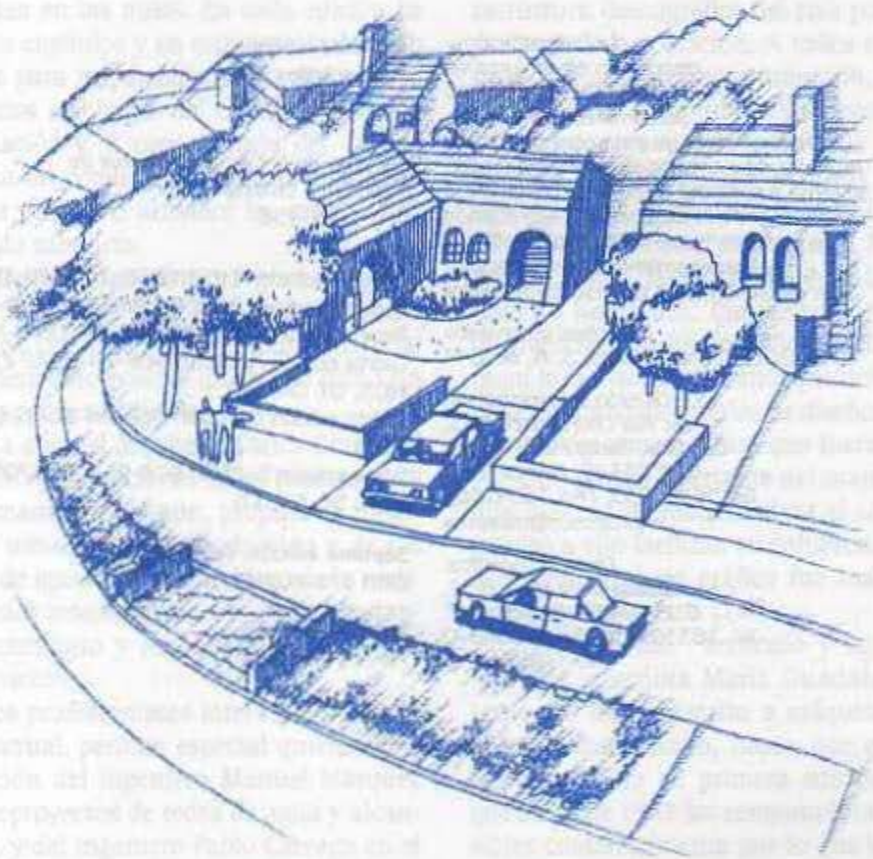
MANUAL DE DISEÑO URBANO

Jan Bazant S.

EDICIONES TRILLAS

MANUAL DE DISEÑO URBANO

Jan Bazant S.



EDITORIAL TRILLAS

México, Argentina, España, Colombia, Puerto Rico, Venezuela

Catalogación en la fuente

Bazant S., Jan
Manual de diseño urbano. -- 7a ed. -- México : Trillas, 2013.
422 p. : il. ; 27 cm.
Bibliografía: p. 406-411
Incluye índices
ISBN 978-607-17-1402-2

1. Urbanismo. I. t.

D- 711'B143m LC- NA9012'B3.5 1209

La presentación y disposición en conjunto de MANUAL DE DISEÑO URBANO son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o trasmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del editor

Derechos reservados
© XI, 2013, Editorial Trillas, S. A. de C. V.

División Administrativa,
Av. Río Churubusco 385,
Col. Gral. Pedro María Anaya,
C. P. 03340, México, D. F.
Tel. 56884233, FAX 56041364
churubusco@trillas.mx

División Logística,
Calzada de la Viga 1132,
C. P. 09439, México, D. F.
Tel. 56330995, FAX 56330870
laviga@trillas.mx

Tienda en línea
www.trillas.mx
www.etrillas.mx

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial
Reg. núm. 158

Primera edición XI (ISBN 968-24-1179-3)
Segunda edición XL (ISBN 968-24-1695-7)
Tercera edición XM (ISBN 968-24-1878-X)
Cuarta edición XX (ISBN 968-24-2972-2)
♦(OS, OT, OA, OM)
Quinta edición OX (ISBN 968-24-5641-X)
♦(SS)
Sexta edición SI (ISBN 978-968-24-6705-9)
♦(SM, SE, SO, TT)

Séptima edición, febrero 2013
ISBN 978-607-17-1402-2

Impreso en México
Printed in Mexico

Reconocimientos

Esta ya es la 7a. edición del manual y me complace que se haya convertido a nivel latinoamericano en un texto básico sobre diseño urbano, tanto en aulas universitarias como en la práctica profesional. Su primera edición fue en 1983 y desde hace 30 años le he dado seguimiento y he buscado enriquecer su contenido en la medida que he obtenido mayor experiencia profesional; pues como docente me percato de las demandas didácticas que se presentan en las aulas. En cada edición he actualizado algunos capítulos y en esta ocasión ha sido el de equipamiento para responder a los cambios en la demanda de servicios resultante del creciente envejecimiento de la población y, a consecuencia del cambio climático que afecta las condiciones hídricas y de habitabilidad de toda la población actualicé los capítulos de agua y alcantarillado sanitario.

Mi agradecimiento eterno para mi gran amigo el arquitecto Alejandro Gutiérrez Peña (q. e. p. d.), pues sin su valiosa ayuda en organizar el abundante material recopilado no hubiera sido posible integrarlo como un documento para la primera edición.

Al inicio de esta obra, el arquitecto Carlos Graizbord Ed hizo importantes contribuciones sobre la estructura metodológica del manual. Mas aún, propuso la metodología de diseño urbano de la introducción y de los capítulos 1, 5 y 7; de igual forma, a lo largo de la realización ofreció esporádicamente su asesoría. Dejo constancia de mi agradecimiento y reconocimiento por su inteligente participación.

Muchos amigos profesionistas intervinieron en la elaboración del manual, pero en especial quiero agradecer la participación del ingeniero Manuel Márquez Romero en los anteproyectos de redes de agua y alcantarillado sanitario, y del ingeniero Pablo Careaga en el capítulo de Alumbrado. En la actualización que llevé a cabo en las diferentes ediciones del manual me apoyaron el arquitecto Eduardo Flores Calderón, en el capítulo de Paisaje; los doctores Manuel Rodríguez Viqueira y Víctor Fuentes Freixenet, en el de Clima; y el ingeniero Gustavo Navejas Mier quien aportó un interesante texto sobre "desarrollo urbano como proyecto de inversión", que centra con mucha claridad el diseño urbano dentro de la práctica profesional. Finalmente, el doctor Óscar Narváez Montoya calculó los coeficientes de uso del 2010 al 2030 ante el cambio de la estructura demográfica del país por el creciente envejecimiento de la población. A todos ellos mi enorme gratitud por su valiosa contribución, la cual es, además, acreditada en el capítulo respectivo.

Aunque ya pasaron algunas décadas, no puedo mas que seguir dejando constancia por la asistencia que me brindaron mis estudiantes de la UAM de entonces: Felipe Barragán, Saúl Bustamente, Fortunato Fernández, Ramón Ibarra, Javier Landa, Abel Lara, Carlos Magaña, Roberto Rodríguez, Daniel Rubio y Armando Ruiz en la investigación bibliográfica inicial, gracias a la cual reuní información relevante que después sinteticé, interpreté en forma de criterios de diseño urbano, y estructuré metodológicamente para que fuera de fácil aplicación.

Una parte importante del manual son los croquis, que ilustran de manera clara el contenido del texto y gracias a ello facilitan su comprensión y aplicación. El estupendo trabajo gráfico fue realizado por el talentoso arquitecto Luis Coll.

Y finalmente, recuerdo y agradezco la paciente labor de la señora María Guadalupe Aguirre –doña Lupe– al haber escrito a máquina un sinnúmero de veces el manuscrito, hasta que quedó listo para su publicación en su primera edición. Hay que recordar que antes de 1983 las computadoras aún no eran accesibles comercialmente por lo que los textos, dibujos de planos y croquis se tenían que elaborar manualmente.

JAN BAZANT S.

Índice de contenido

Reconocimientos 5
Índice de tablas 7
Introducción 9

PARTE I
Análisis preliminares

Cap. 1. Análisis programático 27
Cap. 2. Análisis de actividades urbanas 69
Cap. 3. Imagen urbana 81
Cap. 4. Análisis del clima 101
Cap. 5. Análisis del sitio 127

PARTE II
Diseño urbano

Cap. 6. Zonificación 151
Cap. 7. Equipamiento 175
Cap. 8. Vialidad 189
Cap. 9. Lotificación 261
Cap. 10. Agua potable 281
Cap. 11. Alcantarillado 297
Cap. 12. Alumbrado público 315
Cap. 13. Paisaje 339
Cap. 14. Mobiliario urbano 371
Cap. 15. Señalamiento 385
Cap. 16. Pavimentos 397

Bibliografía 407
Índice analítico 413

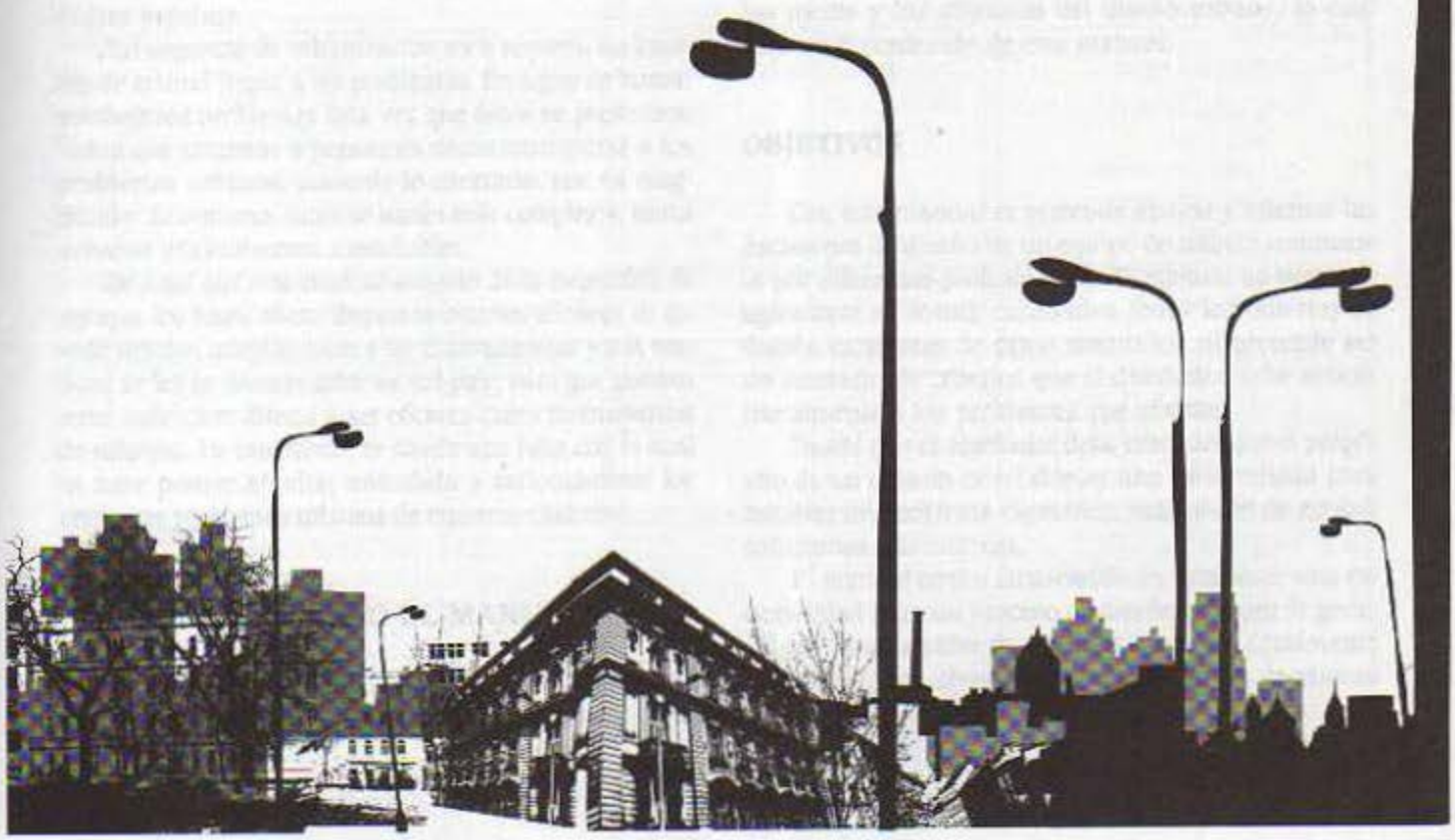
Índice de tablas

Metas y objetivos del diseño urbano 12
Proceso del trabajo de diseño urbano 15
Relación del diseño urbano con otras disciplinas 16
Metodología de un proyecto de inversión 17
Metodología de diseño: Análisis programático 28
Determinantes del proyecto 32
Condicionantes típicas de un proyecto urbano 46
Productos alternativos que se pueden ofrecer en un proyecto urbano 50
Lineamientos programáticos para el desarrollo urbano del terreno "La Cañada" 53
Parámetros físicos 58
Parámetros financieros 59
Metodología de diseño: Análisis de actividades urbanas 70
Metodología de diseño: Imagen urbana 82
Ejemplo de algunos atributos de la imagen 96
Metodología de diseño: Análisis del clima 102
Normas y requerimientos. Rangos de comodidad de temperatura 103
Gráfica de rangos bioclimáticos para clima templado 104
Orientaciones de espacios para vivienda 104
Cuadro de condiciones climáticas en clima templado 105
Azimut y altura del Sol 107
Clima templado 119
Clima caliente-seco 121
Clima caliente-semihúmedo 123
Clima caliente-húmedo 125
Metodología de diseño: Análisis del sitio 128
Topografía 132
Plano As-1. Topografía 133
Suelos 134
Plano As-2. Suelos 135
Subsuelos 136
Plano As-3. Subsuelos 137
Hidrografía 138
Plano As-4. Hidrografía 139
Vegetación 140
Plano As-5. Vegetación 141
Valoración del clima 142
Plano As-6. Clima 143
Aspectos visuales y paisaje 144
Plano As-7. Paisaje 145
Matriz de vocación de usos del suelo 146
Plano As-8. Vocación de usos del suelo 147
Metodología de diseño: Zonificación 152
Criterios de zonificación 155
Normatividad de zonificación de usos, densidad e intensidad de uso del suelo 157
Densidad según el número de miembros por familia 160
Densidad según el área y usos del suelo 160
Intensidad de uso del suelo 167
Índices aceptables de intensidad de uso del suelo para diferentes tipos de edificios de departamentos 170
Índices de intensidad de uso del suelo 170
Plano 1. Zonificación 173
Metodología de diseño: Equipamiento 176
Características de localización de equipamiento 179
Normas y coeficientes de uso de equipamiento y servicios 180
Compatibilidad del equipamiento con usos del suelo 183
Plano 2. Equipamiento 185
Metodología de diseño: Vialidad 188
Clasificación general de los vehículos 193
Características de los vehículos de proyecto 194
Distancia de visibilidad de parada 197
Distancia de visibilidad de rebase 198
Medida y registro de la distancia de visibilidad sobre los planos 200
Jerarquía vial 209
Distancia mínima de visibilidad de parada en el interior de curvas horizontales 213
Alineamiento vertical de un tramo de camino con tangentes de diferente pendiente 214
Longitud de curvas verticales en cresta para cumplir con la distancia de visibilidad de parada 215
Longitud de curvas verticales en columpio para cumplir con la distancia de visibilidad de parada 215
Longitud mínima de curvas verticales en los enlaces, de acuerdo con la distancia de visibilidad de parada 216
Distancia mínima a obstáculos laterales en curvas horizontales de los enlaces, para proporcionar la

distancia de visibilidad de parada 217
Maniobras de los vehículos en las intersecciones 218
Diseño de la abertura mínima en la faja separadora para automóvil con radio de control de 12.00 m 220
Diseño de la abertura mínima en la faja separadora para autobús con radio de control de 15.00 m 221
Diseño de la abertura mínima en la faja separadora para tráiler de 6 ejes con radio de control de 23.00 m 222
Abertura deseable de camellones para vueltas a la izquierda 223
Dimensiones mínimas de camellón para vueltas en 180° (m) 223
Radios mínimos para el diseño de enlaces 224
Isletas con guarnición sin acotamiento 226
Distancia de visibilidad en intersecciones con FFCC 227
Pasos superiores de 4-6 carriles en una estructura 228
Pasos inferiores de 2 carriles 229
Longitud de carril de aceleración (m) 231
Longitud de carril de desaceleración (m) 231
Rampas 234
Distancia mínima lateral requerida a partir de la orilla interna de la calzada para proporcionar la distancia de visibilidad de parada 235
Radios mínimos para curvas en intersecciones 235
Distancia entre extremos de rampas sucesivas 236
Tipos generales de entronques a nivel 238
Faja separadora central 239
Entronque "T" simple (sin isletas) 240
Entronque "T" canalizado 241
Entronque "T" con alto grado de canalización 242
Entronque de tres ramas con alto grado de canalización 242
Entronques canalizados de cuatro ramas 243
Términos empleados en el proyecto de glorieta 244
Tipos de glorietas 245
Estacionamientos 246
Estacionamiento temporal en banquetas 247
Radios de giro en estacionamientos para rampas y a nivel 248
Ángulos de rampas 248
Retornos 249
Plano 3. Vialidad 257
Metodología de diseño: Lotificación 260
Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles 265
Algunos criterios de lotificación 273
Criterios de agrupación de lotes 275
Plano 4. Lotificación 277
Metodología de diseño: Agua potable 280
Componentes del sistema de abastecimiento del agua 283
Características de los componentes de las líneas de agua 289
Sistemas alternativos de distribución de agua 290
Métodos para agregar presión al agua 291
Plano 5. Agua potable 295
Metodología de diseño: Alcantarillado 298
Criterio general del sistema 301
Pendientes máximas y mínimas (casos normales) 303
Tipos de sistemas de colección (aguas pluviales y negras) 304
Componentes del sistema de colección de aguas negras 305
Sistemas de desalojo individual para viviendas aisladas 307
Sistema superficial de recolección de agua pluvial 310
Plano 6. Alcantarillado 313
Metodología de diseño: Alumbrado público 316
Típico alumbrado de calles que muestra la relación espaciamiento-altura de montaje 319
Niveles de iluminación para vialidad 323
Niveles de iluminación para banquetas y andadores 323
Tipos de lámparas 324
Localización de luminarias en intersecciones a desnivel 331
Localización de luminarias en intersecciones a nivel 332
Localización de luminarias en curvas verticales y horizontales 334
Plano 7. Alumbrado 337
Metodología de diseño: Paisaje 340
1. Clima templado (zona centro) 345
2. Clima caluroso seco (zona semidesértica) 348
3. Clima caliente semihúmedo (zona costa del Pacífico) 352
4. Clima caluroso húmedo (tropical) (vertiente del Golfo de México) 355
Etapas de sucesión vegetal 368
Plano 8. Cualidades del paisaje 369
Metodología de diseño: Mobiliario urbano 372
Mobiliario urbano 374
Tipos de bancas 376
Tipos de basureros 377
Teléfonos públicos 378
Casetas para paradas de autobús 379
Obstáculos para vehículos 380
Elementos decorativos de jardín 381
Juegos infantiles 382
Plano 9. Mobiliario urbano 383
Metodología de diseño: Señalamiento 386
Factores de diseño para elementos básicos 393
Plano 10. Señalamiento 395
Metodología de diseño: Pavimentos 398
Tabla de comparación de los materiales para tratamientos de pavimentación 401
Plano 11. Pavimentos 405

Introducción

- A quién va dirigido el manual
- Objetivos
- Proceso general de diseño
- Disciplinas relacionadas con el diseño
- El desarrollo urbano como un proyecto de inversión



El que un país en vías de desarrollo, en el lapso de un siglo, cambie de estructura económica (de una economía tradicional basada en el sector primario a una economía moderna basada en los sectores secundario y terciario) tiene como efecto directo e irreversible un proceso de urbanización.

La urbanización tiene como característica principal la reubicación de la población dentro del espacio nacional: de la estructura tradicional, en la que un alto porcentaje de la población es rural, a la moderna, en la que la mayoría de la población cambia su residencia a las ciudades.

La elevada tasa de crecimiento demográfico hace aún más intenso el proceso de concentración poblacional en las ciudades. Si para 1980 más de la mitad de la población era considerada urbana, se estima que en los próximos 20 años la población de las mayores ciudades del país se duplicará, y con ello se multiplicarán los ya serios problemas urbanos de insuficiencia e ineficiencia de servicios, uso ineficiente del suelo, incipiente estructuración vial y demás.

En este breve lapso histórico, la presión de urbanización sobre las ciudades dará cabida a numerosos pobladores que se asentarán legal o ilegalmente, planeada o desorganizadamente, con o sin dotación de servicios, pero que inevitablemente estarán ahí en un futuro próximo.

Tal urgencia de urbanización va a requerir un cambio de actitud frente a los problemas. En lugar de buscar resolver los problemas una vez que éstos se presenten, habrá que empezar a pensar en cómo *anticiparse* a los problemas urbanos, pues, de lo contrario, por su magnitud y dinamismo, éstos se harán más complejos, hasta volverse gradualmente irresolubles.

De aquí que este manual surgido de la necesidad de agrupar los hasta ahora dispersos criterios técnicos de diseño urbano, adaptándolos a las circunstancias y a la realidad de los problemas urbanos del país, para que puedan tener aplicacion directa y ser eficaces como instrumentos de solución. De este modo, se sienta una base con la cual se hace posible afrontar articulada y racionalmente los crecientes problemas urbanos de nuestras ciudades.

A QUIÉN VA DIRIGIDO EL MANUAL

El manual proporciona información organizada que orienta el enfoque y la solución de problemas urbanos, estructurándola para hacerla accesible y de fácil manejo para personas no especializadas, pero involucradas en decisiones urbanas (administradores públicos), así como para estudiantes y profesionales que trabajan con el propósito de dar soluciones específicas a la problemática urbana.

Los problemas urbanos son complejos, y requieren un equipo interdisciplinario para afrontarlos. El manual representa un útil instrumento de comunicación entre diferentes disciplinas, puesto que, al racionalizar un proceso de diseño, se define la participación de los especialistas en la solución de los problemas. El manual está pensado para ser utilizado tanto para el diseño de fraccionamientos residenciales, como de colonias populares; de conjuntos habitacionales de bajos ingresos, como desarrollos turísticos de lujo, y para afrontar los problemas urbanos existentes, como son los asentamientos precarios a los que haya que relotificar, dotar de servicios y equipamiento, estructurar la vialidad y demás.

El manual se centra sobre la problemática del diseño urbano, por lo que no contempla las etapas de planificación urbana y regional previas a él, y de las que obtiene su orientación. Sin embargo, se muestran las ligas del diseño urbano con estos niveles de decisión (*véase* gráfica 1, pág. 15). El cuadro siguiente muestra las metas y los objetivos del diseño urbano, lo cual resume el contenido de este manual.

OBJETIVOS

Con este manual se pretende apoyar y orientar las decisiones de diseño de un equipo de trabajo compuesto por diferentes profesionales. El manual no pretende aglomerar en forma exhaustiva todos los criterios de diseño existentes de otros manuales, ni pretende ser un recetario de criterios que el diseñador debe aplicar literalmente a los problemas que afronte.

De ahí que el diseñador deba entender que el propósito de un criterio es establecer una racionalidad para resolver un problema específico, más que el de exhibir soluciones alternativas.

El manual centra su atención en establecer una racionalidad para un proceso de diseño que, por lo general, se lleva a cabo de manera parcial o totalmente "intuitiva", con objeto de fundamentar las decisiones de diseño.

Metas y objetivos del diseño urbano

Temas • *Subtemas*	*Metas de diseño*	*Objetivos*
A Análisis preliminares A.1. Análisis programático: • Marco general • Determinantes, condicionantes • Lineamientos, programa • Conceptos	Programa urbano que contenga los alcances sociales, físicos y financieros del proyecto	Definir usuarios y mercado, tipo de productos urbanos y estrategias de realización del proyecto
A.2. Análisis urbano: • Actividades humanas • Usos del suelo • Transporte	Diagramas de organización de actividades urbanas Diagramas de funcionamiento y flujos	Definir principales actividades que potencialmente pueden desarrollarse en la zona de estudio y estimar el tipo y volumen de su interacción
A.3. Imagen urbana: • Elementos de espacios • Conceptos y criterios	Croquis de cualidades formales y espaciales de la zona de estudio	Proponer elementos visuales que estructuren y hagan claramente memorable la imagen del lugar, reforzando su carácter y sentido social
A.4. Análisis del clima: • Temperatura • Asoleamiento • Vientos	Diagramas de asoleamiento, vientos, temperatura, orientación y característica del trazado urbano	Describir los diferentes componentes del clima y valorar su efecto sobre el terreno. Determinar la orientación de lotes o edificaciones, abertura de vanos, uso de rompevientos, etcétera
A.5. Análisis del sitio: • Topografía, vegetación • Hidrografía • Suelos, subsuelos • Clima, paisaje • Valores del suelo, accesos • Restricciones	Plano de vocación de uso del suelo	Describir y valorar los diferentes elementos naturales y artificiales del terreno Determinar la vocación de usos del suelo en las diferentes zonas del terreno en función de sus aspectos naturales, ambientales y usos del suelo
B Diseño urbano B.1. Zonificación: • Usos del suelo • Intensidad, densidades • Requerimientos	Esquemas de usos del suelo	Representar usos del suelo con base en un programa de necesidades urbanas, de diagramas de funcionamiento de actividades urbanas y acorde con los análisis de sitio y clima
B.2. Equipamiento: • Educación • Salud • Comercio, otros	Tablas de necesidad de equipamiento Ubicación en plano	Determinar, agrupar, ubicar y minimizar el equipamiento urbano, satisfaciendo las necesidades de la población

Temas • *Subtemas*	*Metas de diseño*	*Objetivos*
B.3. Vialidad: • Estructuración • Secciones • Intersecciones • Enlaces • Entronques • Pasos a desnivel • Estacionamiento y retornos • Dispositivos	Planos alternativos de vialidad con secciones	Determinar la estructura vial, su jerarquización, adaptación al sitio y usos del suelo propuestos, acorde con el origen, destino y volumen de tránsito esperado por la interrelación de las actividades de cada zona
B.4. Lotificación: • Tipo de desarrollo • Tamaño de lotes • Dimensiones	Planos alternativos de subdivisión de la tierra y los lotes. Cuantificación de tipos de lotes y áreas para equipamiento o servicios	Determinar la configuración y mezcla de los lotes, según el programa
B.5. Esquemas de infraestructura: • Agua • Drenaje • Alumbrado	Planos de tendido preliminar de redes (en nivel anteproyecto) Estimación de demanda de servicios. El proyecto ejecutivo final deberá ser calculado por el respectivo especialista	Conocer esquemas alternativos de trazado de redes para seleccionar el que mejor se adapte a las características del proyecto urbano
B.6. Paisaje: • Vegetación • Manejo de espacio exterior	Esquemas de espacialidad y efectos en recorridos. Planos de plantación de especies y cuantificación	Localizar las áreas verdes en relación con el sistema urbano y el uso de la vegetación con fines estéticos o funcionales de regularización climática
B.7. Mobiliario: • Basureros • Bancas • Paradas de autobús	Tipos y especificaciones de mobiliario y su localización	Apoyar el funcionamiento del proyecto. Reforzar el carácter de la zona con mobiliario apropiado
B.8. Señalamiento: • Vial • Comercial	Tipos y especificaciones de señalamiento y lugar de colocación	Apoyar el funcionamiento de la estructura vial Buscar la compatibilidad estética del señalamiento con el carácter del espacio
B.9. Pavimentos: • Concreto • Piedras • Tabique • Asfalto	Tipos y especificaciones; formas de colocación del pavimento, según función o efecto	Apoyar el funcionamiento del sistema vial Imprimir cualidades estéticas al pavimento para hacerlo agradable al recorrido

El manual está dividido por temas, cada uno de los cuales está estructurado metodológicamente para facilitar su comprensión y manejo. Al inicio de cada tema se presenta un esquema metodológico del proceso de diseño recomendado para el mejor desarrollo del tema y aplicación de los criterios planteados. No obstante que puede haber muchos métodos, el método de diseño planteado en cada tema ha sido producto de la experiencia profesional del autor, y tiene como objeto establecer congruencia y racionalidad en todo el proceso de diseño para lograr la calidad que un proyecto urbano requiere. De aquí que en el manual se consideren los niveles de decisión del diseño, el proceso para la racionalización de las decisiones y la formación e internalización de las bases de diseño de las que surgen los criterios.

Los objetivos generales del manual son los siguientes:

1. Proponer un método de trabajo simplificado para un profesional o técnico encargado de afrontar problemas urbanos.
2. Aclarar, para cada etapa del método, los problemas, principios y criterios generales de solución que definen la importancia de la realización del mismo.
3. Proponer normas y requerimientos que apoyan las diversas decisiones de diseño que son necesarias dentro del proceso de trabajo del equipo. Plantear que éstos sean de aplicación general.
4. Mostrar el alcance de cada etapa del proceso de trabajo con un ejemplo del producto que deberá realizarse, ya sea en forma de plano, esquema, diagrama o tabla.

FORMA DE USO DEL MANUAL Y CONTENIDO BÁSICO

El manual se divide en dos partes: la de los análisis preliminares y la de diseño urbano propiamente.

Cada parte se divide, a su vez, en varios capítulos según el tema de diseño por tratar. Cada capítulo está estructurado de la siguiente manera: en la primera página se presenta un *cuadro o diagrama del método* de diseño particular del tema por tratar; le sigue la exposición de los *problemas* urbanos que se resuelven con la aplicación de los criterios de diseño tratados y los *principios* de diseño que se persiguen; se presentan después las hipótesis o *criterios generales* de diseño con los que conceptualmente se resuelven esos problemas; se formulan los *requerimientos* y *normas* que orientan las decisiones de diseño y se plantean *criterios particulares* de diseño que ilustran con croquis cómo resolver aspectos específicos del problema; se ofrece el ejemplo de un *producto* de diseño que se debe lograr para resolver el problema y, por último, se dan las *referencias* bibliográficas del tema de diseño tratado.

Es importante recalcar que los *análisis preliminares* representan la parte de diagnóstico, y el *diseño*, la parte propositiva (normativa).

El manual está estructurado para que cada capítulo pueda ser utilizado en forma independiente. Sin embargo, habrá que guardar la relación del tema con el proceso general de diseño urbano que se muestra esquemáticamente en la gráfica 1 y en la que se establece la relación del diseño con otros niveles de planificación y disciplinas relacionadas (*véase* gráfica 2).

El manual está orientado a resolver de una manera práctica los problemas urbanos en el nivel de anteproyecto. Una vez aprobado éste por el cliente o las autoridades locales, el diseñador podrá abocarse al desarrollo del proyecto ejecutivo.

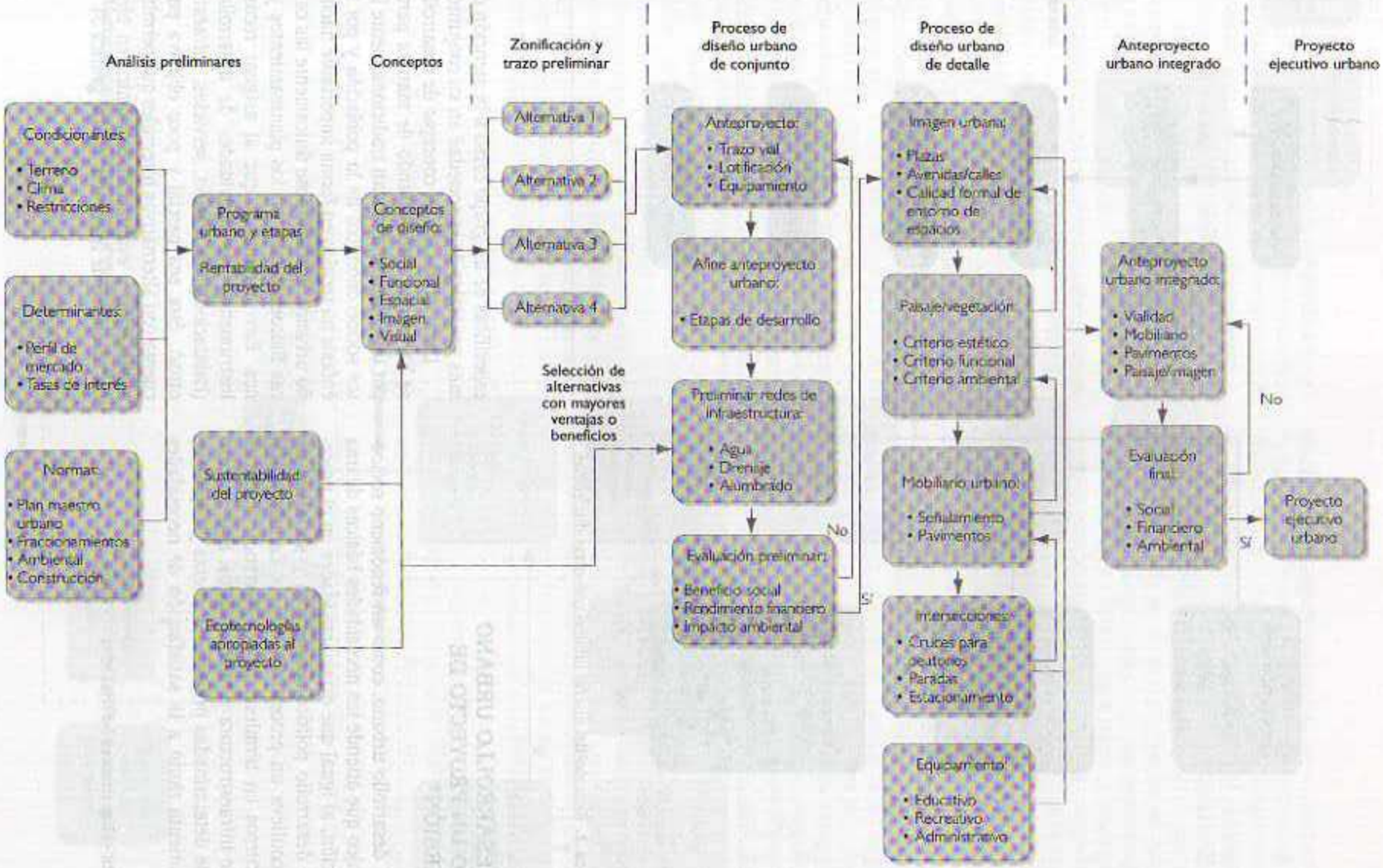
PROCESO GENERAL DE DISEÑO URBANO

La gráfica 1 muestra un proceso de trabajo de diseño urbano, en ella se observa cómo el método está integrado por metas parciales.

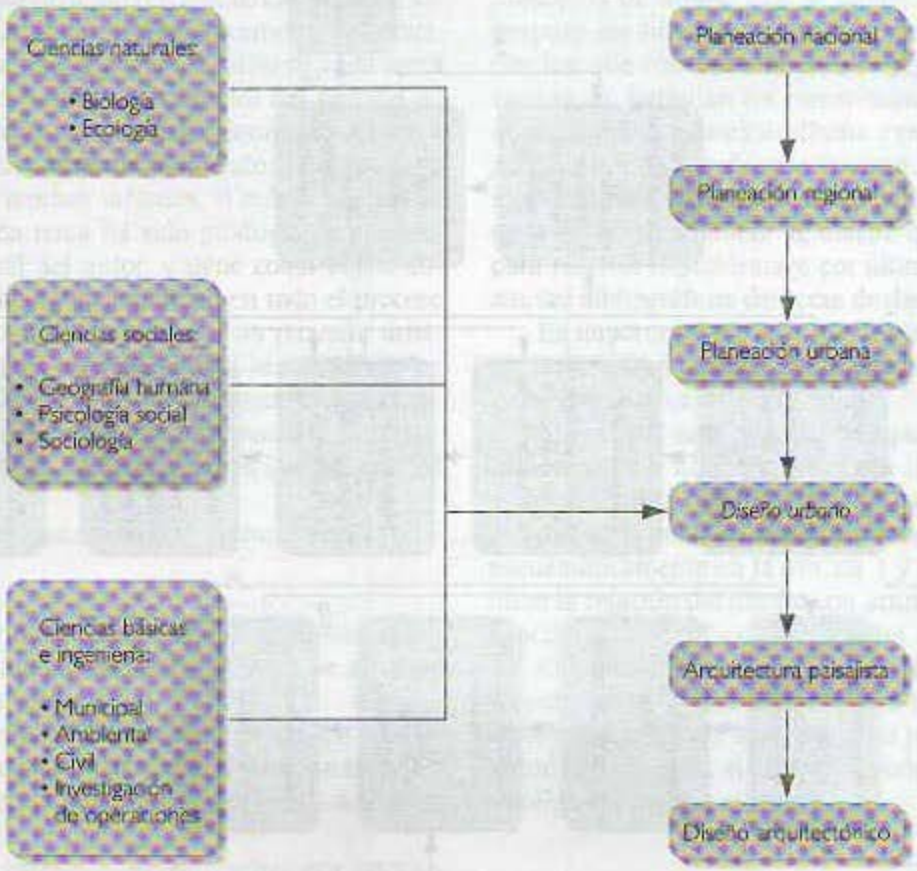
Las metas parciales constituyen los capítulos del manual que tienen en sí su propia metodología de diseño. La articulación de métodos parciales conforma el método general de diseño urbano.

ENFOQUES EN LA FORMACIÓN DEL MANUAL

Para la elaboración del manual fue necesario delimitar el campo de acción del diseño urbano, considerando, en "sentido vertical", los niveles superiores e inferiores de la planificación y, en "sentido horizontal", las disciplinas relacionadas con el diseño urbano, tal como se muestra en la gráfica 2.



Gráfica 1. Proceso del trabajo de diseño urbano.



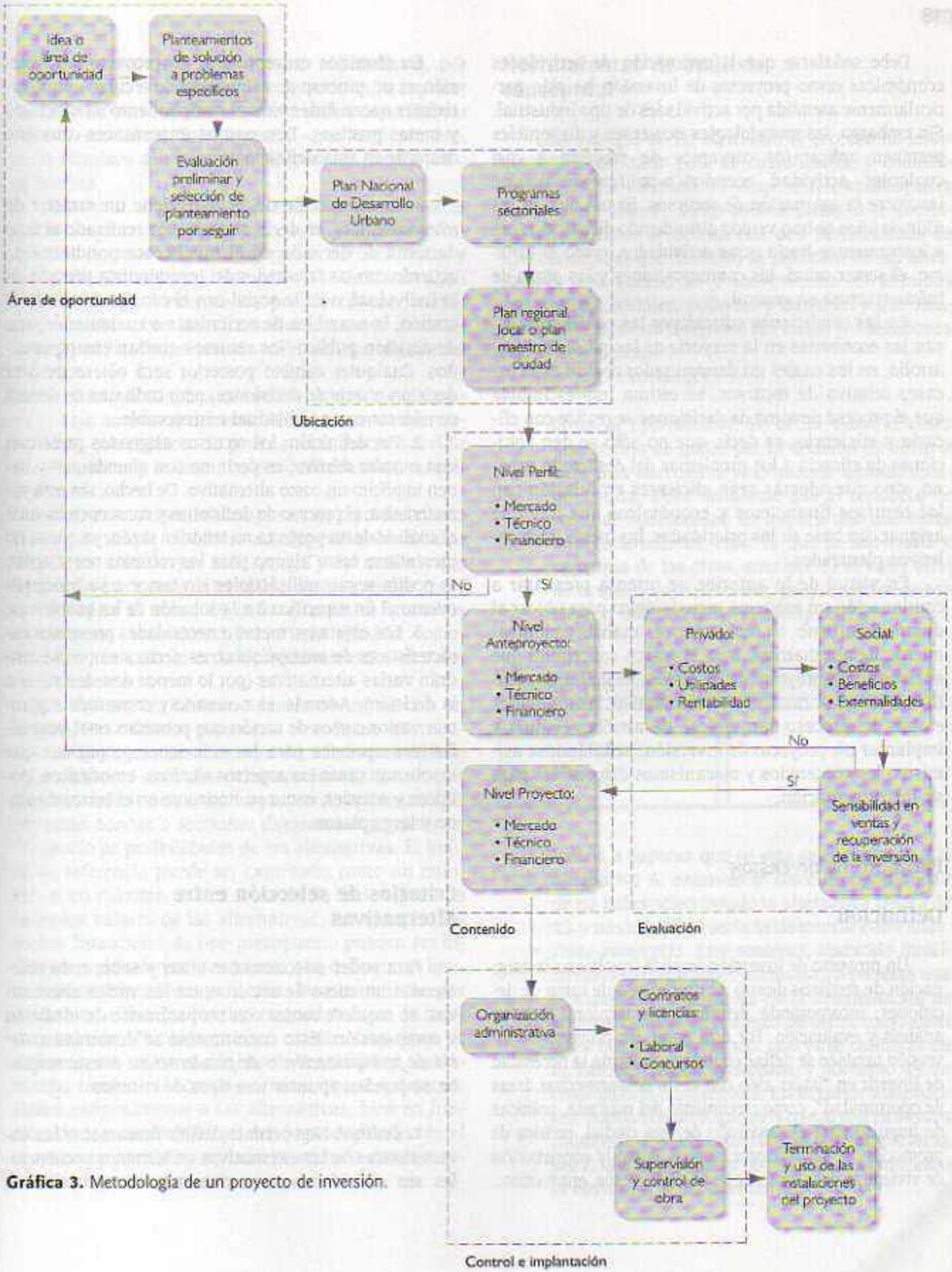
Gráfica 2. Relación del diseño urbano con otras disciplinas.

EL DESARROLLO URBANO COMO UN PROYECTO DE INVERSIÓN*

El desarrollo urbano, como un fenómeno socioeconómico que atiende las necesidades básicas de una población, al igual que otras actividades en el proceso de desarrollo político, económico y social de un país, conlleva un proceso importante de asignación de recursos en términos físicos (terreno), financieros, de infraestructura y muchos otros. Este proceso atiende determinadas prioridades, metas y objetivos, y se orienta tanto a la satisfacción de necesidades específicas de un grupo como a la atención de problemas generales de la sociedad en su conjunto.

Desde el pasado, el concepto de desarrollo urbano se ha venido interpretando de manera parcial, pues por una parte se analizan tradicionalmente los aspectos socioeconómicos de la población y por la otra el énfasis ha recaído en forma importante hacia el "diseño urbano", destacándose únicamente las características fisicoespaciales en los planteamientos y soluciones. Esto conduce a que al asignar recursos para instrumentar las actividades de desarrollo urbano (habitacional, recreación, servicios, infraestructura y otros), ésta sea parcial y poco objetiva pues no se cuenta con alternativas integrales que permitan su jerarquización y evaluación económica en términos de un "proyecto de inversión" (*véase* gráfica 3).

*Por el Ing. Gustavo Navejas Mier.



Gráfica 3. Metodología de un proyecto de inversión.

Debe señalarse que la concepción de actividades económicas como proyectos de inversión ha sido particularmente atendida por actividades de tipo industrial. Sin embargo, las metodologías existentes y disponibles permiten aplicar los conceptos de proyecto a casi cualquier actividad económica-política-social que involucre la asignación de recursos. Es así que en los últimos años se han venido difundiendo dichas técnicas e instrumentos hacia otras actividades, como el turismo, el sector salud, las comunicaciones y las obras de infraestructura en general.

En las condiciones críticas por las cuales atraviesan las economías en la mayoría de los países en desarrollo, en los cuales un denominador común es la escasez relativa de recursos, se estima imprescindible que el proceso de toma de decisiones se realice con eficacia y eficiencia, es decir, que no sólo se den soluciones de eficacia a los problemas del desarrollo urbano, sino que además sean eficientes en relación con los recursos financieros y económicos que hay que asignar con base en las prioridades, las metas y los objetivos planteados.

En virtud de lo anterior, se intenta presentar a continuación un esquema metodológico para ubicar al desarrollo urbano, su problemática, análisis y planteamiento de alternativas, bajo el marco conceptual que se tiene en un proyecto de inversión. Se definirán, tanto en el nivel normativo como operativo, las diferentes etapas del proceso para ubicar, desarrollar, evaluar e implantar un proyecto de inversión, señalándose asimismo los contenidos y mecanismos disponibles para su instrumentación.

Proyecto de inversión

Definición

Un proyecto de inversión implica involucrar la asignación de recursos dentro de un proceso de toma de decisiones, incorporando determinadas técnicas para su análisis y evaluación. Por otra parte, un proyecto de inversión también se define cuando se presenta la necesidad de invertir en "hacer algo con el fin de aprovechar áreas de oportunidad", como crecimiento del mercado, políticas de impulso para el desarrollo de una ciudad, política de promoción de satisfactores básicos, como la construcción de viviendas para sectores de bajos ingresos, entre otros.

En términos conceptuales, un proyecto de inversión es un proceso de asignación de recursos para satisfacer necesidades bajo el cumplimiento de objetivos y metas precisos. Tres puntos importantes conviene destacar en esta definición:

1. La asignación de recursos tiene un carácter de *irrevocabilidad*, es decir, que una vez realizado el acto de toma de decisión en el nivel correspondiente de acuerdo con las facultades del inversionista privado en lo individual, o en lo social con el consejo de administración, la asamblea de accionistas o cualquier órgano de decisión público, los recursos quedan comprometidos. Cualquier cambio posterior será objeto de otra decisión o serie de decisiones, pero cada una se deberá considerar como individual e irrevocable.

2. Por definición, los recursos asignados presentan una *escasez relativa*, es decir, no son abundantes y tienen implícito un costo alternativo. De hecho, sin esta característica, el proceso de decisiones y consecuentemente el análisis de un proyecto no tendrían razón, ya que al no presentarse costo alguno para los recursos por asignar, se podría seguir utilizándolos sin temor a su incumplimiento al fin específico o a la solución de los problemas.

3. Los objetivos, metas o necesidades presentan características de *multiplicidad*, es decir, siempre se tendrán varias alternativas (por lo menos dos: ir o no ir a la decisión). Además, es necesario y conveniente plantear varios cursos de acción que permitan establecer diferentes opciones para las soluciones propuestas que involucran tanto los aspectos técnicos, económicos, políticos y sociales, como su horizonte en el corto, mediano y largo plazos.

Criterios de selección entre alternativas

Para poder seleccionar, evaluar y sobre todo recomendar un curso de acción entre las varias alternativas, se requiere contar con un parámetro de medición y comparación. Esto comúnmente se denomina *criterio de jerarquización* o *de ponderación*. A este respecto, se pueden apuntar tres tipos de criterios:

1. *Ordinal*. Nos permite definir únicamente las características de las alternativas en términos secuenciales sin considerar otros elementos cuantitativos o

de mayor precisión, como costos o beneficios, por ejemplo. Bajo este criterio, sólo se podrían jerarquizar las alternativas en forma de un orden específico, o de una secuencia; la alternativa que llegó primero, o en términos alfabéticos, o de grandes, medianas o pequeñas.

Por tanto, el utilizar este criterio presenta ciertas limitaciones en términos de decisión ya que la información de base difícilmente puede ser analizada y evaluada. Sin embargo, este criterio se aplica en algunas ocasiones donde no es posible obtener mayor información sobre las alternativas, aunque se recomienda utilizarlo en combinación con los siguientes criterios.

2. *Cardinal*. Implica cuantificar todas las alternativas bajo un mismo denominador, que sea común entre ellas, con el objeto de poder sumar, restar o dividir sus elementos y así estar en posibilidades de jerarquizarlos.

El común denominador para este tipo de criterio puede ser simple o sofisticado, dependiendo del tipo de información de que se disponga y del análisis que se realiza para cada alternativa. Así, se puede tener como índice el costo de cada alternativa (recursos monetarios como denominador), la relación costo-beneficio, la tasa interna de rendimiento o el valor neto presente.

3. *Referencia*. En éste, además de contar con un común denominador para cada una de las alternativas, se incorpora un indicador de referencia, medido en las mismas unidades del denominador. Esto es, se requiere definir uno o varios puntos de referencia que permitan acortar o seccionar diferentes segmentos en el espacio de posibilidades de las alternativas. El índice de referencia puede ser expresado como un mínimo, o un máximo, o bien a través de límites precisos entre los valores de las alternativas. Por ejemplo, los techos financieros de tipo presupuesto pueden ser indicadores de referencia máxima, que definen un límite de inversión o costo para todas las alternativas, por lo cual, aquellas que lo rebasen quedan fuera de la jerarquización. También pueden existir otros tipos de índices como un nivel mínimo de rentabilidad o parámetros técnico-económico-sociales, que son determinados exógenamente a las alternativas, bien en función de las características del órgano que decide el proyecto en particular o por la experiencia de otros casos en proyectos similares.

Herramientas de análisis conceptual

Una vez que se ha concluido el proceso de jerarquización, utilizado para la identificación y cuantificación de las alternativas disponibles, cualesquiera de los tres criterios antes mencionados o la combinación de ellos, se cuenta con dos herramientas de tipo conceptual que facilitan la selección de las alternativas más adecuadas y convenientes en términos económicos, sociales, políticos y técnicos, y que tiendan a dar respuesta efectiva a las metas y/o soluciones objeto de proyecto.

Las herramientas son:

- *Costo de oportunidad*. Se define como el costo que se deja de ganar por la decisión de llevar a cabo una alternativa y no haberse tomado cualquier otra. Debe señalarse que el concepto de costo de oportunidad no implica una diferencia entre alternativas, entre la que se selecciona y cada una de las otras, sino que es el valor total de la que no se selecciona, ya que sólo se puede elegir a una de ellas. Por ejemplo:

Alternativas	*Utilidad*
A	10
B	8
C	6
D	12

Vamos a suponer que se está seleccionando a la alternativa A, entonces el costo de oportunidad de no haber seleccionado la alternativa D será de 12 y no de 2 como sería la diferencia entre ellas.

- *Costo sumergido*. Este concepto, traducido literalmente del idioma inglés (*sunk cost*), representa una herramienta fundamental en la determinación de alternativas para un proyecto. Se define como aquel costo que ya fue utilizado, que ya se realizó antes de haberse tomado la decisión, y por tanto, es un costo pasado e irreversible. En términos matemáticos, podríamos decir que esos costos son elementos comunes a todas las alternativas para un proyecto, por lo que se cancelan y no modifican la dimensión ni estructura de las alternativas.

Es muy común que de no tener claro este concepto, al elaborar proyectos de inversión se incluyan costos producto de otras decisiones, pero que afectan notablmente el análisis de selección de alternativas. Por ejemplo, cada apuesta en un juego de ruleta, es totalmente independiente de los acontecimientos anteriores, y por tanto si se ha ganado o perdido mucho, ese efecto no debe tomarse en cuenta al decidir la siguiente apuesta. En el caso de un proyecto de desarrollo urbano, se podría pensar en el siguiente caso: habiéndose realizado inversiones para la infraestructura de un conjunto habitacional, en términos de su vialidad primaria, se encuentra el día de hoy que existen altos mantos freáticos que harían prohibitiva la cimentación de los edificios, por lo que contemplan las siguientes alternativas:

a) Abandonar el proyecto por la infraestructura existente.
b) Cambiar de edificios altos por construcciones de un nivel.
c) Realizar el proyecto en otra zona a 10 km.

Como los costos ya utilizados en las obras de infraestructura realizadas son comunes para el análisis de cualesquiera de las alternativas, entonces se cancelan, es decir, no deben considerarse en la decisión sobre la nueva alternativa. O sea, estos costos deben tenerse presentes para no ser transferidos a futuras decisiones, como frecuentemente sucede.

Etapas de la formulación, evaluación e implantación de un proyecto de inversión

En la gráfica del método se presentan en forma de diagrama las distintas etapas, a través de las cuales se perfilan las actividades básicas del desarrollo de un proyecto de inversión. Se debe aclarar que dicho proceso se inicia en el momento de detectarse una idea o de presentarse una área de oportunidad o bien al plantearse la atención para la solución de un problema específico, y termina en el momento en que se arranca el proyecto, es decir, cuando se terminan físicamente las obras y está listo para operarse o utilizarse. A continuación se desglosan las etapas de que consta un proyecto de inversión.

Primera etapa. Ubicación

En esta etapa se debe ubicar el proyecto en los contextos macroeconómicos (planes de desarrollo), sectorial (programas de desarrollo) y microeconómico (regional y local). Para ello, se deberá conocer, en primer lugar, si el proyecto se enmarca dentro de los planes nacionales del país, si en términos de actividad productiva o de infraestructura social está contemplado dentro de las prioridades nacionales, y qué lugar le corresponde en términos de su importancia económica, política y social en dichos planes (*véase* gráfica 3).

A continuación se tendrá que ubicar el proyecto en las acciones concretas y específicas que se delinean a través de los programas sectoriales en la economía, esto es, conocer la magnitud, forma y atención que se le asigna a esa actividad (la del proyecto). En particular, se deberán conocer las acciones de instrumentación de los programas, que en el caso de México se tienen dentro del Sistema de Planeación y en el Plan Nacional de Desarrollo, y que son:

1. *Obligatoria*: implica las acciones correspondientes al Gobierno Federal.
2. De *coordinación*: establece las relaciones entre los diferentes niveles de Gobierno (federal, estatal y municipal).
3. De *concertación*: se refiere a los diferentes programas de fomento que actúan a través de compromisos con el sector privado y social.
4. *Inducida*: toca los aspectos de política económica para impulsar e inducir la actividad productiva y social por medio de estímulos fiscales, financiamientos preferenciales y otros.

Por último, se debe ubicar al proyecto en su contexto microeconómico, en particular el referido al ámbito regional y local en donde se pretende llevar a cabo su desarrollo. Además de las normas, regulaciones y estímulos que en el nivel estatal y municipal se tengan para cada caso, se deberá presentar atención a las condiciones socioeconómicas y políticas de la zona, región y localidad, en particular sus características étnicas y culturales. También es importante tomar en cuenta las condiciones de desarrollo en general de la zona, tanto históricas como a corto y mediano plazos. Por lo que toca a las características fisicoespaciales y de otra naturaleza, como climáticas, suelo y otras, se

tratarán en forma específica en la etapa de "contenido" de proyecto en el capítulo sobre localización.

Segunda etapa. Contenido de un proyecto

El contenido de un proyecto de inversión se conforma de la mezcla o interacción de dos componentes: la *horizontal*, que se refiere al campo de especialidad, y la *vertical*, que se refiere al nivel de profundidad de la especialidad. En términos verticales, se pueden distinguir tres subetapas que corresponden al nivel de profundidad de los estudios, y son (*véase* gráfica 3):

- *Perfil*. Contiene los elementos mínimos que describen a un proyecto y cuyo fin es el de tomar la decisión de continuar o no con los estudios en el nivel de anteproyecto. Tal sería el caso de realizar un sondeo general del mercado para determinar el potencial de venta que tienen algunos productos urbanos (lotes, viviendas, etc.) que pensamos realizar, para luego decidir cuál es el más atractivo social o económicamente, y con base en ellos llevar a cabo un plan maestro general sobre el terreno para definir la capacidad que tiene en cuanto a usos e intensidad de usos del suelo; y finalmente realizar un panorama sobre toda la operación con sus etapas o estrategias de implantación para saber su viabilidad financiera.
- *Anteproyecto*. En él se precisan con mayor detalle todos los aspectos necesarios para tomar la decisión de asignar recursos al proyecto. Esta subetapa consiste en llevalo a cabo un estudio de mercado detallado sobre los productos de mayor potencial que se identificaron en el sondeo, determinando características, cantidades, precios de venta, demanda a lo largo del tiempo, etc.; realizar un anteproyecto urbano y/o arquitectónico que satisfaga la demanda específica en el tiempo, y llevar a cabo un estudio de prefactibilidad financiera para precisar la rentabilidad de la inversión.
- *Proyecto*. Se integra una vez que se ha decidido positivamente llevarlo adelante y contiene los mismos elementos que el anterior proyecto, sólo que en un nivel que permita su implantación y control. En forma específica, se puede mencionar que en este nivel se entiende el desarrollo de la ingeniería de detalle para un proyecto industrial o el llamado proyecto ejecutivo en un desarrollo habitacional o turístico, el cual consiste en la elaboración de cálculos, especificaciones, cuantificaciones y presupuesto detallado de cada uno de sus componentes.
  Finalmente, con mayor detalle que el estudio de mercado, se determina la sensibilidad de ventas y la estrategia de comercialización del proyecto. Adicionalmente con las cifras del presupuesto detallado se fundamenta el análisis de factibilidad financiera en el cual se precisa el manejo de los recursos para llevarlo a cabo.
  Debe señalarse que la decisión de seguir o no con el desarrollo de un proyecto se debe tomar inicialmente en el nivel de perfil y después en el de anteproyecto, tanto por su nivel de profundidad como el de costo, ya que en términos muy agregados y con base en la experiencia se puede mencionar que el nivel de perfil tiene un costo de entre 0.5 a 0.8%; en el nivel de anteproyecto entre 1.0 y 1.5%, y en el nivel de proyecto puede llegar a estar entre 5 a 7% de la inversión total. Por tanto, para decidir se tiene que minimizar la primera inversión, de aquí que cada uno de estos niveles tenga un orden creciente de complejidad técnica y costo, por lo cual evidentemente se debe decidir si se sigue o no con el proyecto, pero en sus primeras etapas.

Un proyecto urbano en cualesquiera de sus niveles de profundidad para que sea congruente con la realidad (mercado) y produzca un diseño urbano y/o arquitectónico congruente con sus condicionantes siendo viable financieramente, debe estar integrado necesariamente por tres campos de especialidad: mercado, técnico y financiero. Como se comentó por lo general el promotor omite (o restringe) el estudio de mercado por considerarlo innecesario, lleva a cabo un estudio técnico en toda su extensión (con frecuencia con poca congruencia con el mercado), y posteriormente otro especialista lleva a cabo el estudio financiero sin conocer a fondo el proyecto, sólo guiado por cifras que de éste se generaron, lo cual da cabida a errores de apreciación. Esta poca concordancia y, comunicación entre los especialistas involucrados en el desarrollo de un proyecto hace cuestionar la eficiencia en el manejo de recursos,

que son muy cuantiosos en un proyecto urbano. De aquí que sea necesario considerar en el sentido horizontal los campos de especialidad mencionados.

- *Aspectos de mercado*. Se integran en términos de la demanda y la oferta, tanto histórica como previsible a corto, mediano y largo plazos, además de la determinación de las condiciones bajo las cuales se establece la transferencia comercial del bien o servicio. Por ejemplo, en un proyecto de desarrollo urbano o habitacional, se tendrá que conocer la demanda y la oferta en la zona de influencia, y su proyección para conocer a través de un balance oferta-demanda las posibilidades de demanda real o potencial insatisfecha. Entre otros, en este estudio se determinan los precios y condiciones de venta de los productos urbanos.
- *Aspectos técnicos*. Tienen que ver con tres puntos principales: tecnología, insumos y localización. Para un proyecto urbano la tecnología se traduce en el diseño urbano, lo arquitectónico y los métodos de construcción; los insumos en cuanto a la disponibilidad de materiales y mano de obra para llevar a cabo las obras, y, finalmente, la localización se interrelaciona con los dos puntos anteriores y se refiere a la infraestructura necesaria para el desarrollo urbano o habitacional, en términos de agua, vías de acceso y otros.
- *Aspectos financieros*. Esta subetapa se integra de la determinación de los aspectos de mercado y técnicos, ya que una vez determinados el nivel y las condiciones comerciales de la demanda insatisfecha o potencial, el diseño, la localización y la disponibilidad de insumos, se pueden derivar los parámetros de inversión (costo unitario de la infraestructura, vialidad, obra urbana y otros). Con ellos y el nivel de demanda se conforman los principales estados financieros del proyecto, principalmente el de resultados, el flujo de caja y el balance general.

Para la determinación de los estados anteriores es necesario, en primer lugar, definir las fuentes de recursos, su costo, plazos y modalidades para su obtención. Y, en segundo lugar, conocer la programación técnica y de mercado para la ejecución en el tiempo del proyecto.

Tercera etapa. Evaluación de un proyecto

Esta etapa propiamente conjuga y resume las anteriores y permite llegar a determinar, bajo una serie de indicadores, la viabilidad del proyecto en términos económicos y sociales (*véase* gráfica 3).

El principio de decisión de esta etapa se centra en el análisis beneficio-costo, es decir, en la comparación de todos los beneficios o efectos positivos y todos los costos o efectos negativos que directa o indirectamente (externalidades) se llegaran a generar por el proyecto. A efecto de comparar los beneficios y los costos se aplican varias metodologías, como la del valor neto presente o flujos descontados, la tasa interna de retorno y otras.

Esta etapa se integra por las subetapas siguientes:

- *Evaluación privada*. En ella se estiman y calculan todos los costos y beneficios a través de los precios de mercado, sin considerar aquellos efectos indirectos o externos que pudieran ser positivos o negativos, sin que se registren a través del sistema de precios de la economía. Por ejemplo, en un proyecto de desarrollo urbano o habitacional, la evaluación privada se limitaría a incluir los costos de la construcción, el financiamiento y la administración; y por el lado de los beneficios, únicamente la recuperación por la venta de las unidades habitacionales así como por los terrenos de uso comercial en su caso. Por tanto, no se considerarían las externalidades, como el impacto del proyecto urbano sobre el medio (aumento de contaminación, mayor congestionamiento, etc.), mientras algunos de ellos son susceptibles de considerarse en la evaluación social.
- *Evaluación social*. En ella se intenta incorporar los efectos del proyecto en el entorno o área de influencia, es decir, se trata de identificar y cuantificar, cuanto sea posible, los costos y beneficios para la comunidad o para la sociedad en su conjunto. Esta subetapa se apoya en el desarrollo de varias metodologías que a principios de los setenta empezaron a formalizarse. En forma breve se menciona la correspondiente a la OECD-Little-Mirrless, la cual indica que habrá que estimar todos los costos y beneficios de un proyecto sobre la base de parámetros internacionales, bajo el su-

puesto de que en ese nivel se tiene una mayor competencia y, por tanto, se eliminan las distorsiones existentes en países en desarrollo, tales como precios controlados, subsidios, estructuras monopólicas y otros.

- *Análisis de sensibilidad*. Esta última subetapa tiene por objeto, tanto para la evaluación privada como para la social, probar el proyecto urbano ante diferentes escenarios futuros, en los cuales se someten las variables más relevantes a cambios positivos o negativos que puedan esperarse en los ámbitos social, financiero o urbano, cuyos resultados deben mostrarnos los límites de fluctuación de esas variables frente a los niveles de rentabilidad esperados. En términos generales, este análisis se realiza mediante técnicas estadísticas a través de las cuales se asignan series de probabilidad a las variables más sensibles del proyecto y se generan alternativas múltiples con el uso de modelos computarizados.

Cuarta etapa. Control e implantación de un proyecto

Esta última etapa se realiza únicamente cuando el proyecto se ha aceptado en el nivel de anteproyecto y se ha decidido llevar adelante su instrumentación, por lo que se procede a realizar el estudio en el nivel de proyecto (ingeniería de detalle urbano y/o arquitectónica). Con el proyecto ejecutivo terminado, se procede a la realización de las siguientes subetapas (*véase* gráfica 3).

- *Organización administrativa*. Implica definir la estructura orgánica que se encargará de realizar el proyecto, normalmente encabezada por un director de proyecto, un responsable técnico y un financiero, y dependiendo del tamaño y complejidad del proyecto, una serie de asesores en materia laboral, adquisiciones, etc. Asimismo, se prevén el marco de relaciones contractuales y los aspectos de capacitación y adiestramiento, en su caso.
- *Formulación de contratos y licitaciones*. Implica el abastecimiento de materiales y la contratación de las obras en forma total o por especialidad. En caso de que el ejecutante del proyecto sea una entidad de participación estatal mayoritaria o de Gobierno federal, estatal o municipal, se debe considerar una serie de reglas y procedimientos para la celebración de concursos y adquisición de obras que hay que adoptar según sea el caso.
- *Supervisión y control de la ejecución*. Involucra una serie de actividades relacionadas fundamentalmente con la supervisión y vigilancia de los avances físicos y financieros del proyecto en su ejecución, contando para ello con varias herramientas de control, como los diagramas de PERT, ruta crítica, control presupuestal y control de gestión.

  Debe señalarse la importancia de esta subetapa en el sentido de acompasar la programación financiera de flujo de recursos con los programas de obra, sobre todo en términos de adquisición de materiales, secuencias de construcción y programa de entregas, principalmente.

Enfocar el desarrollo urbano como un proyecto de inversión ofrece una perspectiva más realista y centrada de cuál es fundamentalmente la "esfera de responsabilidad" del diseñador urbano y cuáles son sus ligas de participación decisional con otros especialistas involucrados en el proyecto urbano. De hecho, el proyecto urbano debe ser el resultado de un proceso decisional multidisciplinario y no disciplinario (en diseño) como generalmente se lleva a cabo. Se piensa que en la medida en que el diseñador urbano le haga ver al cliente la necesidad de enfocar su promoción como un proyecto de inversión (por su propia seguridad financiera) será la medida que se podrán racionalizar los limitados recursos con que se cuenta para llevarlo a cabo y con ello garantizar el éxito social y económico de la operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achour, Dominique y Gonzalo Castañeda. *Inversiones en bienes raíces. Análisis y valuación de bienes raíces en el contexto mexicano*. Limusa, 1993.

Baca Urbina, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, 1995.

Broadbent, G. y A. Ward. *Design Methods in Architecture*. Architectural Association, paper 4, Lund Humphries, Londres, 1969 (publicado en español por Gili, Barcelona, 1987).

Coss Bu, Raúl. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Limusa, 1996.

Dasgupta, P., A. Sen y S. Marglin. *Pautas para la evaluación de proyectos*. Naciones Unidas, Nueva York, 1972.

Fitzgerald, E., *Public Sector Investment Planning for Development Countries*. MacMillan Press, Nueva York, 1978.

Infante Villarreal, Arturo. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Norma, Barcelona, 1995.

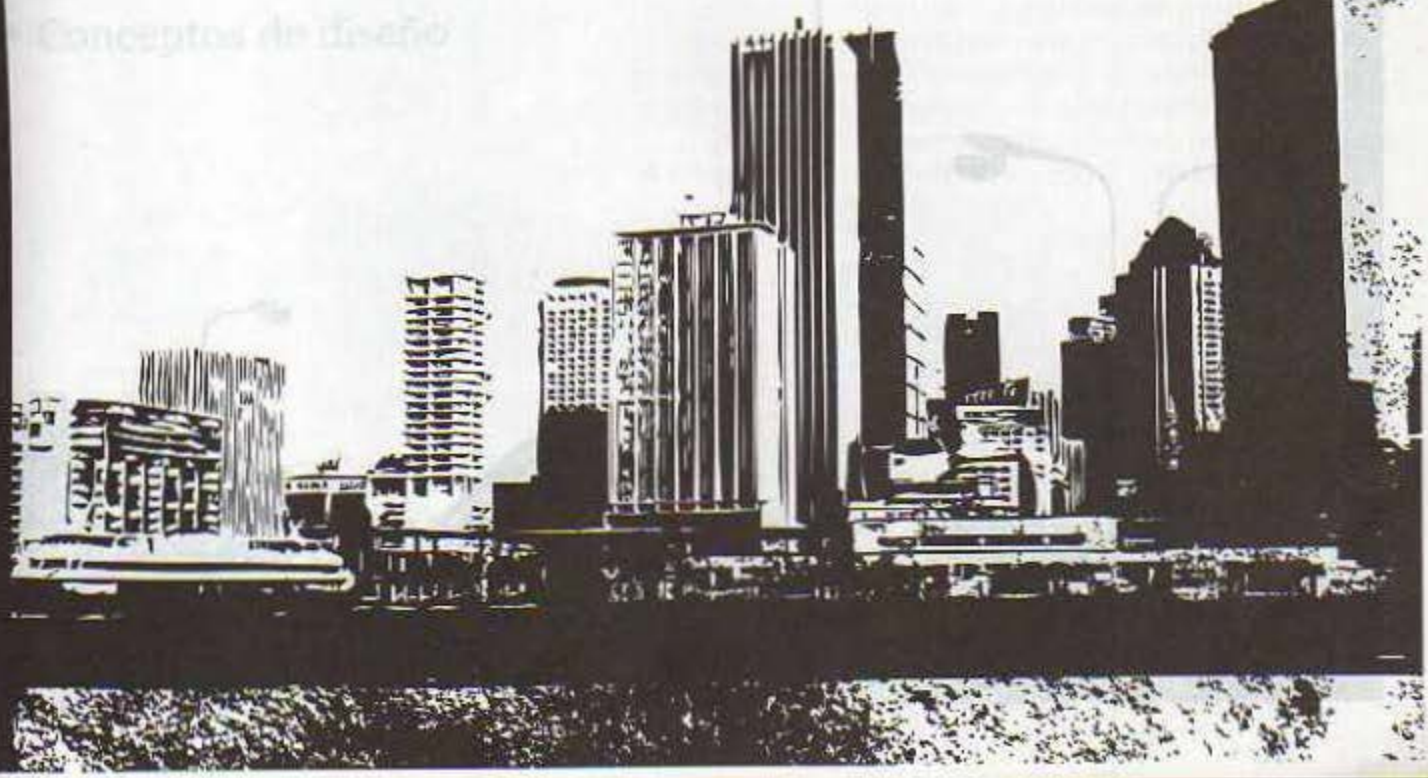
Jones, J. Ch., *Design Methods*. Wiley Interscience, Nueva York, 1976.

Moore, G. T., *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*. MIT Press, Cambridge, 1970.

Parte I

Análisis preliminares

- Análisis programático
- Análisis de actividades urbanas
- Imagen urbana
- Análisis del clima
- Análisis del sitio

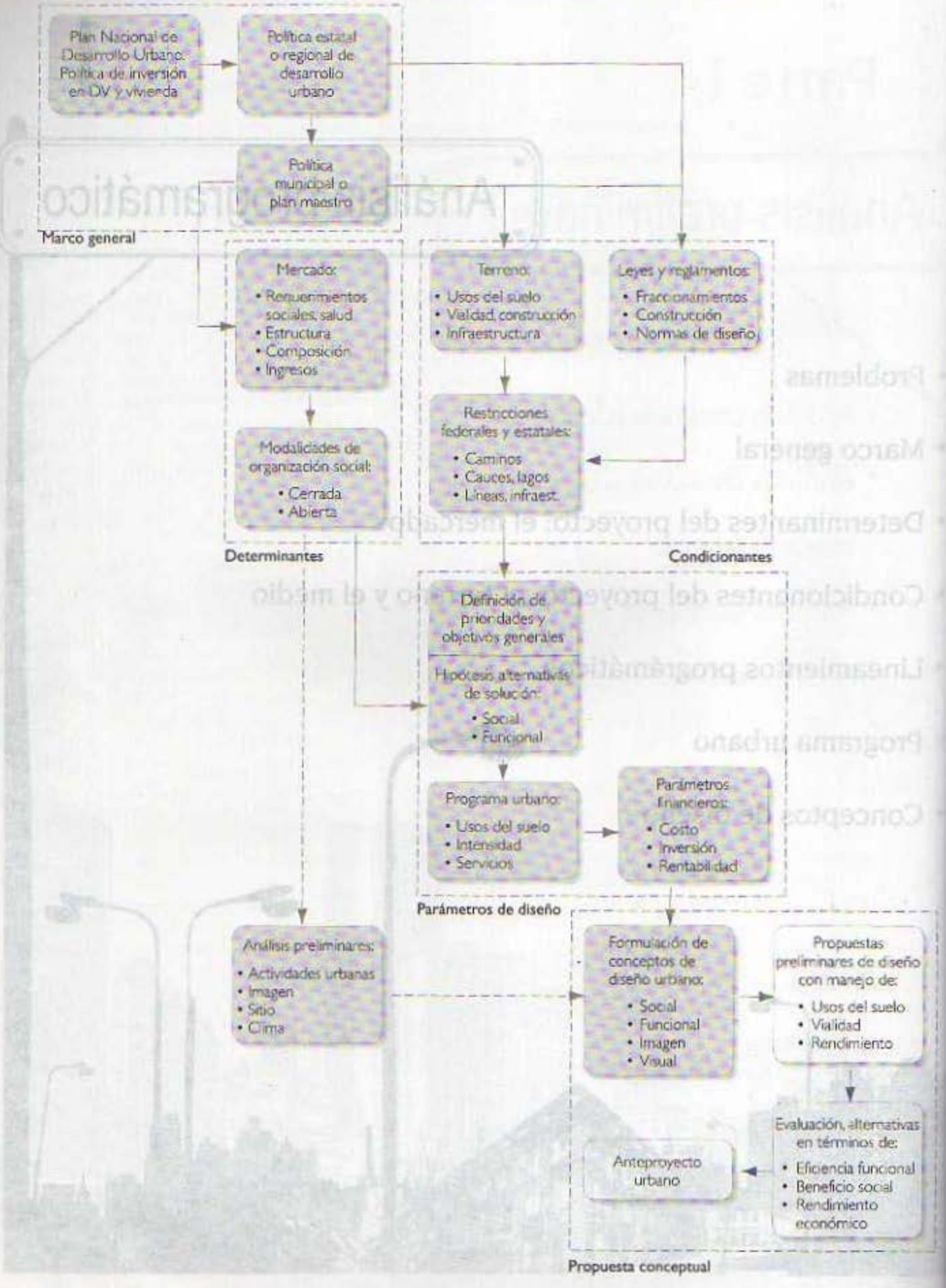


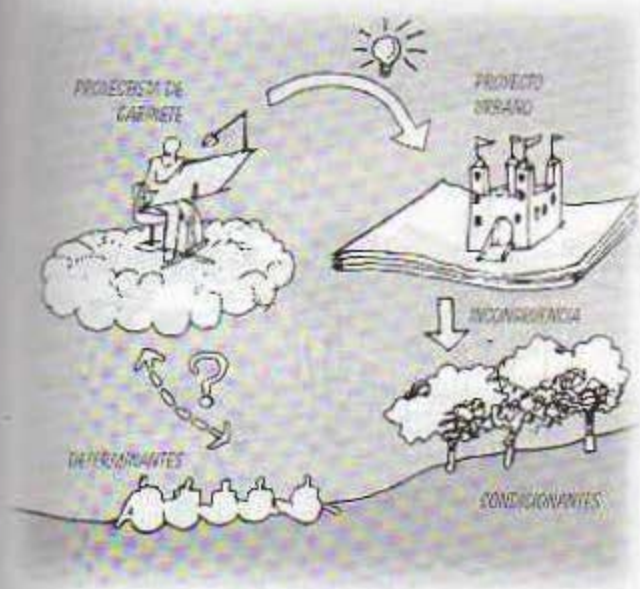
1

Análisis programático

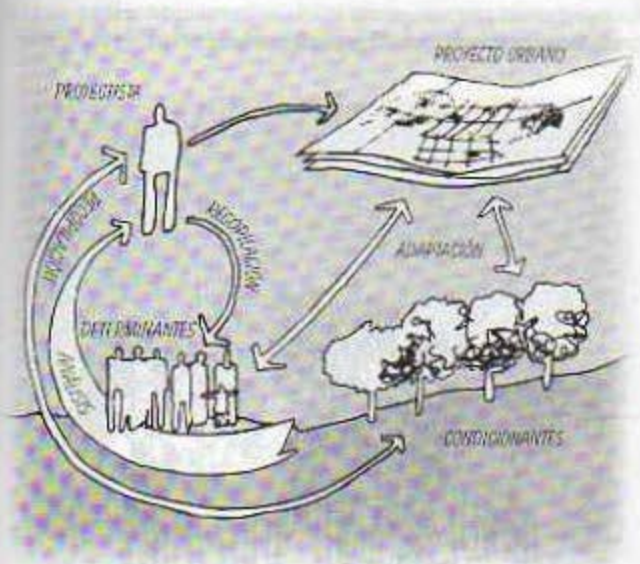
- Problemas
- Marco general
- Determinantes del proyecto: el mercado
- Condicionantes del proyecto: el terreno y el medio
- Lineamientos prográmáticos
- Programa urbano
- Conceptos de diseño

METODOLOGÍA DE DISEÑO: ANÁLISIS PROGRAMÁTICO





Con frecuencia, el proyectista desarrolla un proyecto tan solo con el levantamiento topográfico del terreno y algunas características generales (socioeconómicas) de los futuros compradores. El resto de la información que necesita para proyectar, él la supone en gabinete, lo cual da por resultado que el proyecto sea incongruente con la realidad.



Se debe buscar definir racionalmente el problema urbano para el cual se va a diseñar. Ello implica generar información confiable basada en la realidad, lo que conlleva a obtenerla en el campo: entrevistas o encuestas con futuros usuarios y visitas continuas al terreno y a las zonas vecinas.

PROBLEMAS

Frecuentemente sucede que el proyectista empieza a diseñar teniendo una idea vaga del problema urbano y de los usuarios para quienes está diseñando, lo cual origina que sus proyectos sean estereotipados con características similares, aunque se encuentren en diferentes climas, o sean semejantes, aunque estén destinados a distintos grupos sociales. En vez de que el proyecto cumpla con determinados requerimientos ambientales y sociales locales, por lo general los usuarios se tienen que ceñir a lo que el proyecto les ofrece, lo que usualmente genera malestar por la mala adaptación ambiental y tensión social, porque dificulta la interacción social o bien descapitaliza al cliente-promotor por las soluciones urbanas costosas y poco rentables desde el punto de vista económico.

Parte de la dificultad de definir un problema urbano estriba en que el cliente (sector público o privado) rara vez sabe qué y cómo quiere lograr un proyecto urbano, y por lo general se concreta a enunciar el número aproximado de viviendas o lotes que quiere realizar. En realidad esto se debe al poco conocimiento que se tiene de las posibilidades que ofrece el diseño urbano para agrupar lotes y viviendas en diferentes maneras, cada una de las cuales ofrece resultados particulares en cuanto a estructuración funcional y espacial, organización social y rentabilidad.

De aquí que el diseñador, en su proceso de definición del problema, deba confrontar y decidir con el cliente no sólo las principales variables del problema, sino también las diversas modalidades en que éstas se pueden interrelacionar. La participación del cliente en este proceso es crucial pues con frecuencia él tiene una apreciación propia (introspectiva) del problema, y sus argumentos y puntos de vista pueden aportar ideas de cómo se puede comercializar el proyecto o la imagen que se le debe imprimir para atraer a un segmento del mercado.

De aquí la necesidad de definir con claridad el problema humano que se busca resolver a través del diseño, el cual debe llevarse a cabo previo a cualquier tarea de diseño. En la medida en que se defina el problema con claridad y precisión, dependerá la efectividad de la solución urbana, es decir, entre mejores conocimientos tenga el diseñador sobre el problema, las soluciones de diseño que proponga serán más acertadas y congruentes con la realidad.

MARCO GENERAL

Por la complejidad para realizar un proyecto urbano que busca atender los problemas de una demanda dinámica en terrenos que característicamente tienen problemas de acceso e insuficiencia de servicios, y la magnitud creciente de recursos financieros que se tienen que manejar para su realización, es recomendable, en principio, tomar todas las medidas precautorias para asegurar que el proyecto está encuadrado y respalda las políticas de desarrollo urbano establecidas en la entidad donde éste se llevará a cabo. Estas medidas iniciales facilitarán no sólo la obtención de permisos estatales de planeación y municipales de construcción y conexión a las redes de infraestructura, sino que también pondrán al proyecto en buena posición para tener acceso a fondos federales o privados para su realización. Básicamente habría que enfocar el proyecto urbano como un proyecto de inversión, tal como se describió en la introducción.

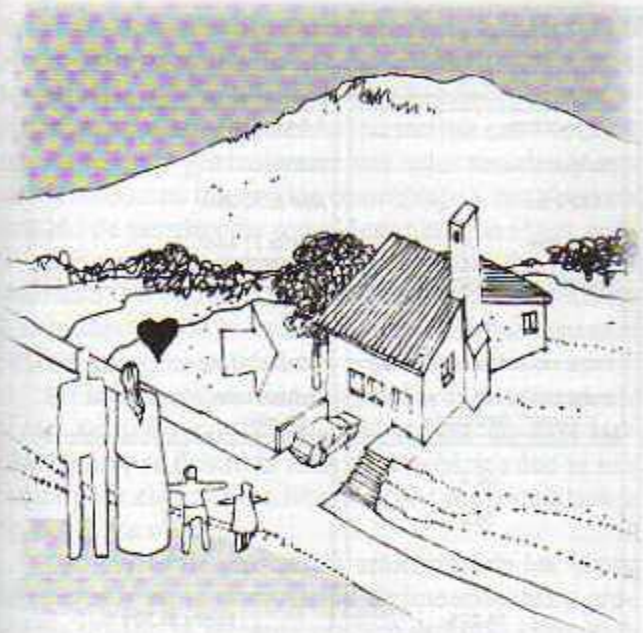
La agrupación social en pequeña escala propicia el contacto y las relaciones interpersonales, y las familias llegan a conocerse y a convivir.

DETERMINANTES DEL PROYECTO: EL MERCADO

Para definir un problema urbano no es suficiente con anotar el número de posibles compradores y sus características socioeconómicas. Aunque esta información es importante, pues nos da el número aproximado de lotes o viviendas, de qué superficie y con qué características físicas, no nos revela dos aspectos importantes del usuario: 1. cuáles son sus constumbres y cómo interactúan los diversos miembros de la familia, y principalmente, 2. cómo se comportan e interactúan socialmente las familias en grupo. Esta última información es imprescindible para definir el problema, pues nos orienta sobre las modalidades de estructuración espacial, funcional y de organización social que debe procurarse dentro del proyecto, para que éste sea congruente con la realidad social y económica para la cual se está diseñando.

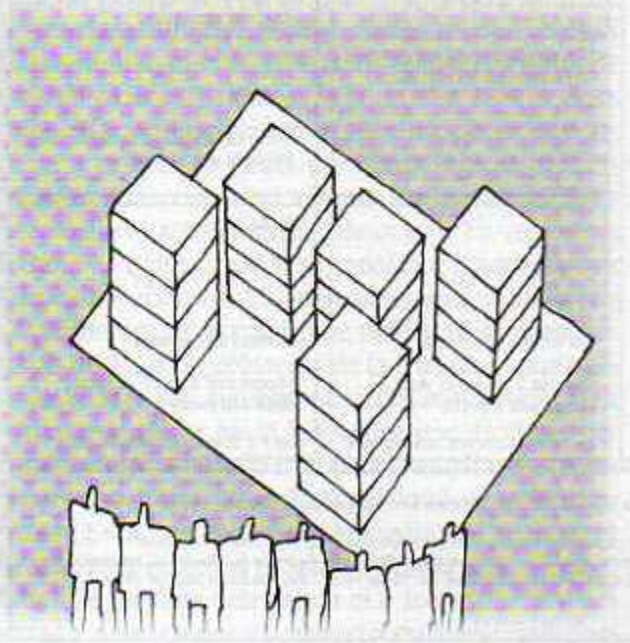
Un buen estudio de mercado podría proporcionar esta información con mayor o menor detalle y grado de confiabilidad. Pero sucede con frecuencia que para ahorrarse dinero (ahorro mal entendido) el cliente opta por no realizar el estudio porque piensa que "él conoce" (intuitivamente) su mercado, y puede suplirlo "suponiendo" información y circunstancias. Si es sector pú-

La agrupación en gran escala dificulta la comunicación personal y obstaculiza que las familias puedan convivir.



El conocimiento del segmento de mercado para el cual se diseña facilita conceptualizar y realizar productos que satisfacen sus gustos, necesidades y expectativas, por tanto serán aceptados y vendidos.

El desconocimiento del mercado y la producción masiva de productos urbanos –lotes o viviendas– estereotipados e híbridos se traduce en ambientes anónimos que dificultan la identidad con el lugar en que se vive y, consecuentemente, propician descuido y vandalismo.



blico, lo que les interesa es cumplir social y políticamente con los obreros o empleados otorgándoseles viviendas, pues suponen que éstos como quiera estarán contentos con cualquier tipo de vivienda y modalidades de agrupación que les den. Error. Los usuarios aunque estén contentos con su vivienda, con frecuencia no se identifican con el lugar en que viven, por lo que no lo cuidan, lo van deteriorando hasta convertirlo en un basurero. El problema no es que sean unos salvajes, sino que el error consistió en "suponer" que se comportarían socialmente de una manera, cuando en realidad su patrón de interacción social es totalmente diferente y ajeno a como, por ejemplo, se diseñan actualmente los conjuntos habitacionales. Más grave aún, esto se agudiza conforme el conjunto habitacional se hace mayor, pues los usuarios pierden escala y puntos de contacto comunitario, y se van segregando y alienando socialmente.

Si es sector privado, lo que le interesa es, naturalmente, optimizar ganancias, para lo cual buscan vender lo antes posible su cartera de lotes o viviendas, despreocupándose de los problemas que enfrentarán los compradores al adaptarse a su nuevo lugar de residencia. Al igual que el mercado cautivo (de obreros sindicalizados o empleados agremiados) en el mercado libre la información socioeconómica es insuficiente para definir el problema pues únicamente indica el costo y la cantidad de productos (lotes o viviendas) que puedan ser comprados por un determinado sector de la demanda y dice poco de las modalidades de interacción social y expectativas de los futuros compradores. Al no contar con esta última información, el resultado es que los promotores privados realizan lotificaciones en las que cada lote o vivienda están pensados para funcionar individualmente (por familia), lo que propicia el aislamiento social de los compradores ya que dificulta la interacción entre vecinos o colonos. Para compensar su poca identidad e integración con el lugar en que viven, los nuevos residentes mantienen las mismas ligas sociales que tenían antes de cambiarse, lo cual ocasiona que tengan que transportarse fuera de la colonia cada vez que quieren interactuar con sus amigos o parientes. El costo social de propiciar que los residentes se desplacen fuera de la colonia cada vez que quieran interactuar es enorme, como lo es también el desgaste psicológico y el desajuste social que produce el aislamiento.

El buscar conocer los gustos, expectativas, formas de socializar patrones de comportamiento social, y ade-

Determinantes del proyecto*

	Segmento del mercado	*Familias jóvenes* 63%	*Familias maduras* 28%	*Familias consolidadas* 9%
Rasgos familiares	Número	4-6 miembros	4-6 miembros	3-5 miembros
	Composición	Nuclear	Nuclear	Nuclear
	Edad de los padres	20-35 años	35-50 años	Más de 50 años
	Edad de los hijos	Hasta 10 años	10-25 años	Más de 25 años (un(a) hijo(a) casado(a))
Características económicas	Ingresos familiares (núm. de veces el salario mínimo)	5-6	5-7	7-10
	Miembros que trabajan	Padre; temporalmente la madre	Padre; esporádicamente la madre	Padre; 1 o 2 hijos
	Ocupación	Profesionista, empleado	Profesionista, negocio propio (comercio) funcionario	Profesionistas, negocio propio, ejecutivo
Distribución del ingreso y capacidad de compra	Tienen vivienda propia, casa o departamento	43%	62%	78%
	Rentan vivienda, casa o departamento	57%	38%	22%
	Automóvil propio	1-2	2	2-4
	Porcentaje del ingreso destinado a pago de renta	25-30%	15-25%	Menos de 20%
	O amortización de vivienda	Hasta de 30%	20-25%	Ya amortizaron créditos de vivienda
	Porcentaje del ingreso destinado a pago de servicio y de otros créditos	12-15%	16-20%	20-25%
	Porcentaje del ingreso destinado a alimentos, vestido y educación	42-48%	42-54%	40-46%
	Porcentaje del ingreso destinado al ahorro	Menos de 10%. Familias con poca capacidad de ahorro que viven "al día"	12-16%	Más de 20%. Los propietarios de vivienda son los que más ahorran. Reinvierten en su negocio
Expectativas de las familias que rentan	Seguir rentando	36% no tiene otra alternativa que rentar	17%	12% prefiere rentar, aunque pueden comprar
	Comprar vivienda unifamiliar aislada o dúplex	5% (alternativa más cara)	14%	7% con preferencia por comprar vivienda construida
	Comprar vivienda en edificio condominio o multifamiliar	11%, alternativa intermedia si se presenta la oportunidad o por facilidades de pago	17% con facilidad para comprar apartamento a corto plazo	2%
	Comprar lote urbanizado	27%, alternativa más económica para construir vivienda a largo plazo	6%	1% con capacidad para construir su vivienda a corto plazo
Socialización de padres	Años viviendo en el mismo lugar	Menos de 10	10-25	Más de 25
	¿Se identifican con el lugar en que viven?	25%	48%	80%
	Frecuencia de visitas de amigos o parientes	1-3 veces a la semana	1-3 veces a la semana	1-3 veces a la semana
	¿Conocen a los vecinos?	Conocen a algunos sólo de vista	Conocen a varios de vista. Tratan sólo a pocos	Conocen casi a todos de vista. Tratan con pocos
	¿Socializan con los vecinos?	Casi no	En raras ocasiones con algunos	Con 1 o 2, pero ocasionalmente

* Perfil descriptivo de un segmento del mercado de la Ciudad de México. Clase media-media con ingresos mensuales de cinco a 10 veces el salario mínimo en 1985.

Nota: Hay que manejar con reserva los niveles de ingreso como definición de una clase social, ya que éste además contiene rasgos educativos y culturales, entre otros. También hay que considerar que la diferencia de "tantas veces" el salario mínimo para diferenciar estratos socioeconómicos es ilustrativa, y que con la inflación, al restringirse los aumentos al salario mínimo, con parámetros de diferencia de "tantas veces" tienden a deslizarse hacia abajo; haciéndose las "tantas veces" mayores con el paso del tiempo.

más rasgos sociales, de futuros compradores, tiene dos objetivos básicos: 1. diseñar productos con los cuales los compradores se identifiquen y hagan suyos, facilitando que puedan (si quieren) interactuar entre vecinos para ir tejiendo gradualmente sus redes sociales, y con ello favorecer su integración como grupo y fortalecer su sentido de pertenencia con el lugar en que viven, y 2. diseñar productos urbanos que respondan con mayor fidelidad y realidad a las necesidades de los futuros compradores, con la intención de estimular ventas y obtener mayores utilidades.

En la tabla "Determinantes del proyecto" se ejemplifica un segmento del mercado urbano de clase media-media y se ilustra la información básica que se necesita para elaborar los lineamientos programáticos y el programa urbano.

Con objeto de mostrar la aplicación de los datos del mercado en la formulación de lineamientos y programa urbano se presenta un caso práctico: el fraccionamiento "La Cañada", en el que a partir de la información de mercado se deja ver el proceso de toma de decisiones para elaborar un programa urbano. Posteriormente, a todo lo largo del presente manual se ilustra cómo se aplican los criterios de diseño (vertidos en cada capítulo) en el diseño del fraccionamiento, para lo cual al final de cada capítulo se muestra un plano del mismo.

De la población total de la ciudad donde se diseñó el fraccionamiento "La Cañada", aproximadamente 71% es clase baja que percibe menos de tres veces el salario mínimo oficial; 27% es clase media y gana de tres a 13 veces este salario (de las cuales 13% es clase media-baja con ingresos de tres a cinco veces este salario, 9% es de clase media-media con ingresos de cinco a ocho veces el salario mínimo, y el restante 5% es clase media-alta con ingresos de ocho a 13 veces este salario), y finalmente, 2% se considera clase alta con ingresos superiores a 13 veces al salario mínimo oficial. Entonces, en el cuadro se muestran las características de 9% de la población de la ciudad, aunque estas cualidades con algunas variantes económicas bien podrían extenderse hacia los segmentos de clase media-baja y media-alta, lo cual podría ampliar su representatividad hasta 20 o 25% del total de población urbana (o sea, casi toda la clase media). Al analizar el mercado para definir el programa del proyecto urbano, es muy importante determinar el o los segmentos del mercado a los cuales el proyecto está destinado, ya que su aceptación dentro del mercado va a depender de la precisión con que se definan, es decir, su éxito social y económico. Esto es igualmente válido para un mercado cautivo (obreros o empleados asalariados) cuya demanda está confinada y por tanto es susceptible de ser canalizada hacia un proyecto específico, como para un mercado libre cuya demanda está abierta por lo que hay que inducirla y atraerla hacia el proyecto. Aunque dentro del mercado libre se requiere un mayor esfuerzo para estudiar el mercado con objeto de ganarle a la competencia y absorber la mayor porción posible de la demanda, también dentro del mercado cautivo se requiere estudiar cuidadosamente la demanda, no tanto con la intención de promocionar y vender el proyecto (pues de hecho se tiene asegurada la venta de lo que se produzca), sino más bien para adaptarlo a las particulares necesidades y modalidades del comportamiento social del grupo agremiado para quien se diseña, con la intención de que éste se integre socialmente.

En la tabla se divide la clase media-media en tres grupos: las familias jóvenes, que son la mayoría y representan 63% de este segmento del mercado y están formadas por familias de cuatro a seis miembros, con padres de 20 a 35 años e hijos menores de 10 años, y tienen ingresos familiares que fluctúan de cinco a seis veces el salario mínimo; las familias maduras de cuatro a seis miembros que representan alrededor de 28% del segmento, con padres cuya edad fluctúa de 35 a 50 años e hijos de 10 a 25 años, con ingresos familiares de cinco a siete veces este salario; y finalmente un grupo pequeño de familias consolidadas de tres a cinco miembros que representan no más de 9% del segmento del mercado y están formadas por padres mayores de 50 años e hijos mayores de 25 años (algunos ya casados) con ingresos familiares de siete a 10 veces el salario mínimo. Las familias de este segmento clase media-media son predominantemente nucleares, es decir, que sólo vive una familia por vivienda.

El objeto de agrupar a las familias por edades es el de ilustrar con mayor claridad las diferencias sutiles pero importantes que puede haber entre un grupo de familias jóvenes con las maduras o las consolidadas, sin que ello quiera decir, de ninguna manera, que lo que identifica a cada grupo sea sólo aplicable y válido para ese grupo. En otras palabras, las cualidades que describen a cada grupo representan y caracterizan sus rasgos familiares, económicos y sociales más sobresalientes como grupo, pero ello no significa que,

por ejemplo, haya casos de familias jóvenes que hayan tenido más suerte que el promedio y tengan ingresos más elevados, posean vivienda propia, varios automóviles, etc. O por el contrario, de que en familias consolidadas que son las que en promedio como grupo tienen los ingresos más elevados de este segmento del mercado, haya casos de familias que no progresaron económicamente a través del tiempo. De aquí que se deba tener criterio para captar lo relevante de la información de la tabla y cuidarse de aplicar literalmente los datos que contiene.

En lo que respecta al tipo de vivienda en que habita este segmento del mercado, se puede observar en el cuadro que la mayoría de las familias jóvenes renta su vivienda (casa o apartamento) y destina de 25 a 30% de su ingreso para ello; mientras que en el otro extremo del segmento, la mayor parte de las familias consolidadas han podido, con el tiempo, adquirir su vivienda y la tienen totalmente pagada. Las familias maduras están en proceso de comprar vivienda, por lo que poco más de la mitad la han adquirido y el restante aún paga renta, aunque sólo de 15 a 25% de su ingreso.

Aparte del pago en renta de la vivienda, las familias jóvenes prácticamente gastan todo lo que ganan pues ahorran menos de 10% de sus ingresos, lo cual apenas es suficiente para afrontar algún imprevisto, como enfermedad o accidente de uno de los miembros. Con frecuencia las familias jóvenes ni siquiera ahorran, pues prefieren comprar algún mueble, aparato o accesorio para hacer más vistosa o cómoda su vivienda o automóvil. En cambio, las familias consolidadas que ya no tienen gastos de amortizaciones, son las que más ahorran, más de 20% de lo que ganan, lo cual las coloca en una posición económica muy desahogada que les permite darse ciertos lujos, como viajes, tener una casa de fin de semana, por no mencionar las mejoras cualitativas de su nivel de vida a través de la alimentación, el vestido, el automóvil, etc. Las familias maduras se encuentran entre estos dos extremos y, puesto que tienen hijos adolescentes estudiando, están sujetos a gastos continuos por lo que ahorran menos de 20% de su ingreso. Los padres necesitan ahorrar para mantener a sus hijos y para dejarles algún patrimonio, generalmente la casa en que viven.

Las expectativas a futuro de las familias jóvenes que rentan son, en la mayor parte de los casos, comprar algún lote en un fraccionamiento de la periferia de la ciudad, en donde a la larga puedan construir su propia vivienda. Cuando tienen una buena oportunidad y sobre todo si hay facilidades de pago, las familias jóvenes compran una vivienda terminada (unifamiliar o multifamiliar), para lo cual se comprometen con amortizaciones de 30% (a veces hasta de 35%) de su ingreso, lo que les obliga a modificar su antigua distribución del ingreso y sólo gastar en lo necesario. Esto los llevará a situaciones de apretura económica que ha de durar varios años, hasta que el jefe de la familia logra mejorar en el empleo que tiene. En cambio, las familias maduras tienen mayor capacidad de ahorro y están en posibilidad de adquirir una vivienda en algún fraccionamiento o edificio más céntrico y por consiguiente más caro. A estas familias no les interesa tanto comprar lotes urbanizados en fraccionamientos de la periferia, como una vivienda terminada, que aunque les cueste más caro, pueden cambiarse inmediatamente y no gastar tiempo supervisando la construcción de su vivienda. Las pocas familias consolidadas que actualmente rentan su vivienda tienen la capacidad económica para comprar una vivienda, pero prefieren quedarse donde están, aunque hay una pequeña fracción de este grupo que podría interesarse en comprar una vivienda ya construida, según se muestra en la tabla.

Las familias jóvenes no llevan más de 10 años de habitar la vivienda que tienen y como la mayoría rentan, en general no se sienten identificadas con el lugar en que viven. Lo que es más, como la vivienda no es suya, frecuentemente les interesa poco conocer a sus vecinos pues piensan que algún día saldrán de ahí y por tanto casi no socializan con ellos. Las familias maduras tienen de 10 a 25 años habitando su vivienda y, en consecuencia, se sienten más identificadas con el lugar en que viven, conocen a muchos vecinos de vista, aunque personalmente a pocos, y en raras ocasiones socializan con ellos. Por último, las familias consolidadas que tienen más de 25 años de habitar su vivienda están la mayoría identificadas y a gusto con el lugar en que viven, conocen a casi todos sus vecinos de vista (o al menos saben quiénes son, por referencia), tratan personalmente a algunos y en ocasiones socializan con ellos.

Complementariamente a estos rasgos generales del mercado, hay sociólogos y antropólogos sociales que han realizado investigaciones sobre la problemática de ciertos sectores de población que pueden arrojar

información interesante que ayuda a integrar una visión más objetiva y realista del segmento de mercado sobre el que trabajamos. Aunque los sectores de bajos ingresos son los que más atención han recibido por parte de investigadores, también hay algunos estudios sobre las clases medias. Por ejemplo, en alguno de estos estudios se destaca que uno de los rasgos de comportamiento de las clases medias se relaciona con una serie de valores adoptados para alcanzar un "modo de vida" al cual aspiran. Estos valores son básicamente burgueses y reflejan los aspectos materiales de la vida: una vivienda bonita, uno o más automóviles de modelo reciente, vestimenta vistosa, relojes aparatosos, joyas y demás. Estos valores difícilmente reflejan una identidad o afinidad social con personas de la misma clase y menos un compromiso social por preservar y mejorar las relaciones y la integración comunitaria dentro del mismo grupo (ya no digamos con grupos de menores recursos) sino más bien, la ausencia de sentido social dentro del "modo de vida" propicia frecuentemente individualismo de las familias, egoísmo y segregacionismo entre familias de la misma clase. En otras palabras, una de las características de este segmento de mercado es su poca sensibilidad y cohesión social; como también por el contrario, otra característica es tener muy desarrollada esta autosuficiencia y sentido materialista, rasgos que obviamente se acentúan con el anonimato (pérdida de identidad social) de vivir en una ciudad.

Los promotores de bienes raíces para clase media juegan con mucha astucia con estos valores y aspiraciones familiares para atraer a sus futuros compradores, los cuales sucumben ante la irresistible carnada de vivir en un lugar para gente "de categoría", un sitio para "privilegiados", una vivienda a la medida de su "dignidad", y demás; aunque lo cierto es que estos lotes y viviendas no tienen nada de extraordinario en diseño para considerarlas originales y diferentes a las demás existentes. Aquí lo importante por destacar es el conocimiento que el diseñador urbano debe tener de los valores y aspiraciones del grupo social para quien está trabajando, con el fin de asegurar que su proyecto refleje estas expectativas para que sea aceptado por el mercado a quien está dirigido y por ello se venda exitosamente.

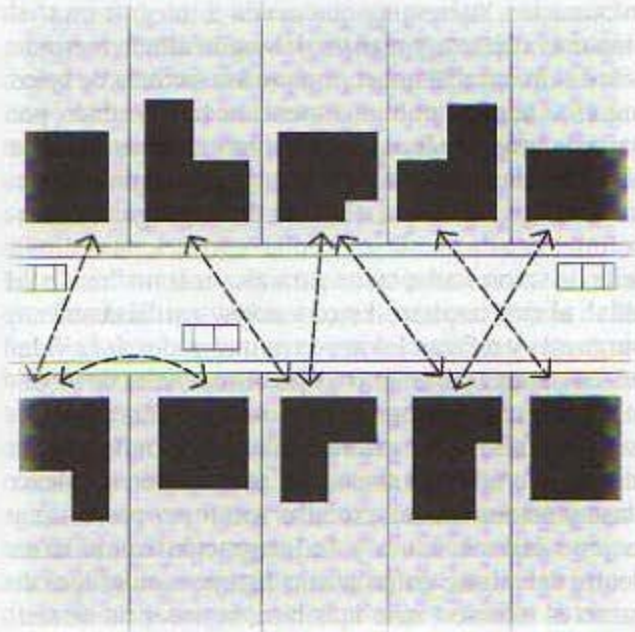
En la tabla se mostró que este segmento del mercado clase media-media está formado por familias diferenciadas entre sí básicamente por características de edad, de formación, ingresos, expectativas de vivienda y algunos rasgos sociales; aunque de buscar mayor detalle en la definición podrían investigarse sus cualidades de educación, cultura, gustos y preferencias, etc. Sin embargo, con la información del cuadro es suficiente para elaborar los lineamientos programáticos del proyecto urbano, aunque antes resulta interesante agregar unas reflexiones sobre este segmento de mercado.

Salta a la vista que el grueso de la demanda de vivienda en este caso se concentra en las familias jóvenes (que representa casi dos terceras partes del segmento), ya que en la actualidad la mayoría renta el lugar en el que vive, simplemente porque no hay oferta de vivienda accesible a sus posibilidades económicas y a sus gustos. Estas familias tienen muy baja capacidad de ahorro, porque están obligadas a gastar casi todo lo que ganan pagando rentas caras y amortizando crédito de la compra de sus automóviles, aparatos, muebles, por no mencionar los gastos corrientes de su manutención. Aunque conocemos sus necesidades y los rasgos generales de su comportamiento, sabemos que si queremos atraer a este importante segmento de la demanda se debe: 1. ofrecer un diseño de calidad que verdaderamente ofrezca una alternativa de "modo de vida". Se sabe que los que rentan (que es el mercado que interesa) rara vez se identifican con el lugar en que viven y difícilmente conocen a sus vecinos y socializan con ellos. De aquí que el diseño urbano no deba consistir en ofrecer viviendas o lotes en un plan aislado que dificulta que las familias se relacionen, sino que se debe buscar ofrecer verdaderamente una opción en términos de organización social, para lo cual se han elaborado algunas reflexiones en el siguiente inciso, y 2. el diseño urbano debe ser muy eficiente en el uso de los recursos (terreno, infraestructura, financiamiento) y debe buscar que los productos tengan los precios de venta más competitivos dentro del mercado, primero para absorber la mayor porción posible de la demanda (ese es el negocio) y después para realmente filtrar un beneficio al segmento de mercado que lo necesita, dándole productos accesibles.

En lo que respecta a las familias maduras o consolidadas, la proporción de este segmento del mercado es menor que el de las familias jóvenes, pero no hay que descuidarlo porque un porcentaje nada despreciable de estos grupos aún renta su vivienda. A diferencia de familias jóvenes que están más dispuestas a aceptar ideas nuevas y, por un precio accesible, irse

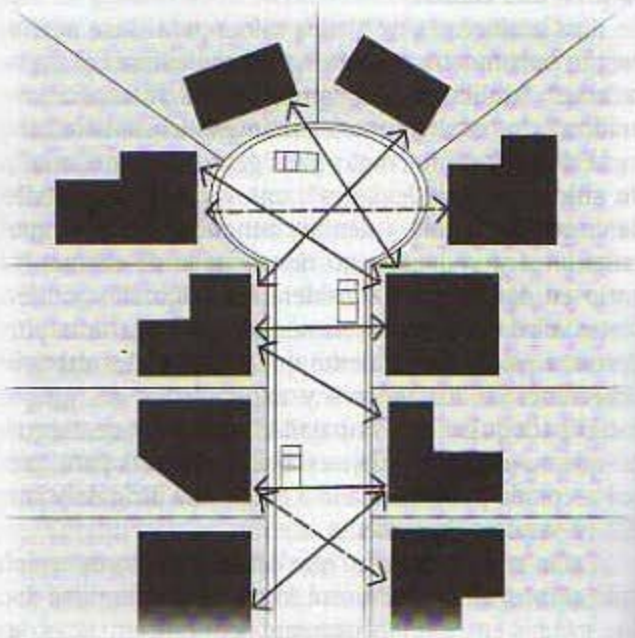
hasta la periferia, las familias maduras y consolidadas son más conservadoras y al tener más dinero buscan ubicarse en viviendas o apartamentos convencionales y más céntricos en zonas residenciales de "prestigio" dentro de la ciudad. De aquí que los lineamientos de diseño para este grupo de mercado tenga algunas variantes en relación con el que se hace para las familias jóvenes.

Finalmente, vale la pena insistir en que aunque no sea posible realizar un estudio de mercado que nos ayude a comprender cómo funciona familiar y socialmente el segmento de mercado para el que estamos trabajando, es responsabilidad del diseñador generar esta información para tener una base realista sobre la cual proyectar. Se recomienda en todo caso que: 1. el diseñador realice entrevistas informales con futuros compradores y visite los lugares en que actualmente viven, vea dónde y cómo juegan sus hijos, con quién se relacionan en su tiempo libre, etc. Esta es una fuente valiosa de información que el diseñador por negligencia frecuentemente descuida; y complementariamente, 2. se asesore de un psicólogo social o sociólogo para ayudar a definir las modalidades de agrupación social que pueden ser atractivas (a la venta) para futuros compradores.



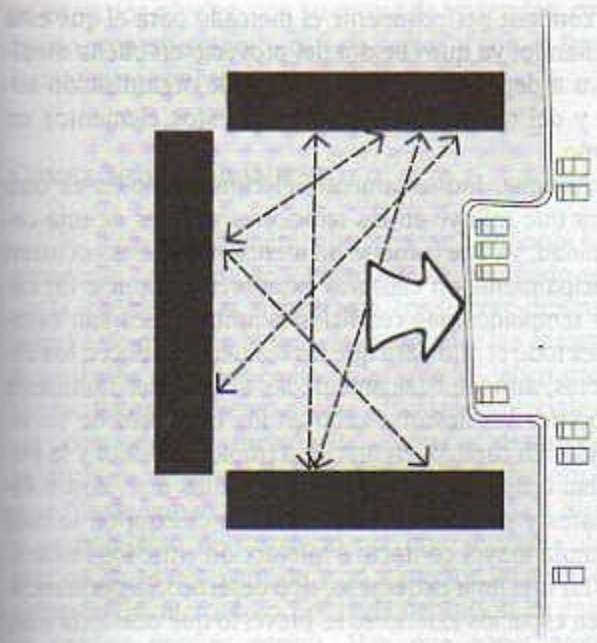
La distancia física y la circulación de paso continuo dificultan que los vecinos se conozcan entre sí, por lo que sus redes sociales serán muy débiles.

La proximidad física y el reducido número de viviendas en una calle cerrada al tránsito de paso (sólo con tránsito local) propician que los residentes utilicen la calle como extensión de su vivienda y con ello se favorecen las relaciones interpersonales.



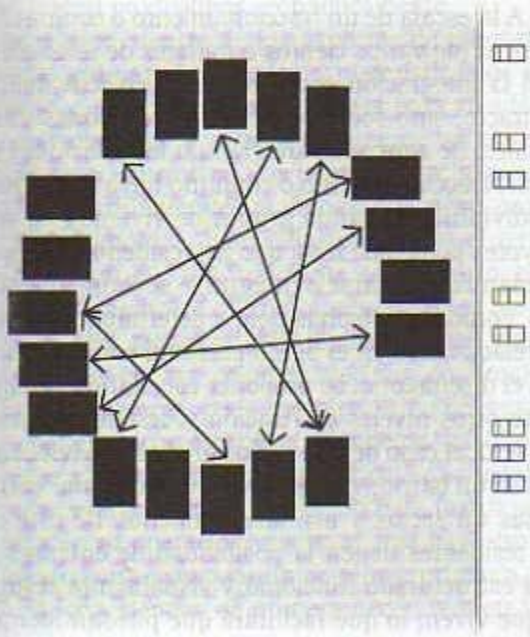
Organización social

Por lo general, los diseñadores urbanos tienen una formación de arquitectos y como tales plantean el problema de diseño y la solución siguiendo principalmente criterios fisicoespaciales, preocupándose porque el sembrado de edificios sea armonioso, que las plazas estén proporcionadas, las calles sean agradables, la escala del conjunto se conserve, y demás. Durante décadas este enfoque pudo haberse justificado, pero hoy día resulta parcial o insuficiente para afrontar un problema urbano, básicamente porque el crecimiento demográfico y la migración urbana han concentrado, y en las décadas por venir seguirán concentrando enormes masas de población en las ciudades que demandan un espacio habitable y servicios. Como es natural, esta creciente demanda genera gran competencia por obtener lo poco disponible dentro del mercado urbano, y cuando no todos logran acomodo satisfactorio, se va creando entre la población una situación de tensión social y de frustración. Agravado todo por la crisis económica que ocasiona una escalada constante de precios en bienes raíces (lotes y viviendas), la población urbana se ve cre-



Edificios con muchas viviendas dispuestas hacia estacionamientos o áreas poco controladas dificultará que los residentes se conozcan y establezcan sus redes sociales.

Un número limitado de viviendas en un espacio controlado favorece que los residentes convivan en los exteriores y puedan relacionarse.



cientemente presionada y angustiada de no poder satisfacer sus aspiraciones de vivienda y expectativas de mejorar su "modo o nivel de vida". De aquí que hoy día sea muy recomendable que el diseñador incorpore planteamientos sociales dentro de su proyecto urbano (sean de interés social o residenciales de lujo) con el objeto de ayudar a reducir la tensión social entre los nuevos residentes, proponiendo un medio urbano manejable socialmente y con valores con los que los residentes se puedan identificar.

En un proyecto urbano usualmente se debe preocupar por satisfacer la demanda de un determinado sector de población. En realidad, tan importante como satisfacer la demanda habitacional es propiciar condiciones fisicoambientales favorables para que los futuros residentes puedan relacionarse entre sí e identificarse con el sitio en que habitarán, de lo cual depende propiamente el planteamiento de organización social. A continuación se discuten algunos elementos de diseño que es importante considerar al revisar el aspecto social del proyecto.

La proximidad física es un factor determinante para propiciar el roce social. Viviendas próximas entre sí favorecerán que los usuarios establezcan inicialmente contacto visual y posteriormente relación personal, lo cual con el tiempo va creando una red social que fortalece el sentido comunitario. Por el contrario, si las viviendas están distantes o aisladas (como en una lotificación), entonces se reducen considerablemente las posibilidades de contacto visual e interrelación personal entre vecinos, lo que obstaculizará que los residentes fabriquen sus redes sociales.

Tan importante como la proximidad física es la modalidad en cómo están agrupados los lotes o edificios. Cuando las viviendas convergen sobre una área común bien delimitada y para uso exclusivo de un grupo de residentes, éstos se apropian de ese espacio como una extensión de su vivienda y se abre la posibilidad de que haya un intercambio social de manera natural. En cambio, si las viviendas convergen sobre un espacio poco definido, como frecuentemente sucede (una calle transitada o una plaza pública de libre acceso), entonces generalmente los residentes no incorporan esos espacios a su patrón de comportamiento social y los tratan impersonalmente como los no residentes, es decir, cuando las viviendas dan sobre espacios poco definidos es muy difícil que los residentes estén dispuestos a interactuar con las personas que encuentran a su paso, pues no saben si son sus vecinos o son simplemente personas

que están pasando por el lugar y con las cuales tienen pocos intereses en común. De aquí que sea recomendable confinar los espacios de uso común entre varias viviendas y restringir su acceso, para estimular que los residentes sientan que les pertenece y se apropien de ellos en términos de comportamiento.

El número de viviendas (sea en lote o en edificio) es otro factor que influye en las relaciones interpersonales de una comunidad. Tal parece que un grupo pequeño de viviendas (digamos hasta 30) abre la oportunidad para que todos los residentes se conozcan visualmente entre sí y puedan interactuar con más facilidad en un plano personal. Este pequeño número de viviendas propiciará frecuencia e intensidad en el contacto personal entre los residentes. Conforme el grupo de viviendas se va haciendo más grande, los residentes van perdiendo las posibilidades de lograr una relación personal con los demás y las mantienen principalmente en un plano visual, estableciendo esporádicamente algún contacto personal; hasta que a más de 90 viviendas por agrupamiento, los residentes ya no pueden mantenerse como una unidad social integrada y sus relaciones se dispersan y forman subgrupos que permanezcan disociados entre sí o con débiles interrelaciones sociales. En este momento es tan numeroso el grupo de personas que viven en ese lugar que ya ni el contacto visual se da.

Aunque los criterios mencionados sólo ofrecen una aproximación al problema de relación social entre residentes, en realidad dependerá del grupo social para quien se diseña (con particulares características étnicas, socioculturales, socioeconómicas, etc.) la forma en que éstas deben aplicarse. Por ejemplo, un grupo socialmente homogéneo (o con muchas cualidades sociales en común) se favorece por sus antecedentes y podrán relacionarse socialmente con facilidad, por lo que no es necesaria tanta proximidad física entre las viviendas, ni tampoco es indispensable que todas converjan sobre áreas comunes; y porque hay homogeneidad social, el grupo de viviendas podría muy bien estar constituido por 100 viviendas y más sin menoscabo de entorpecer su interacción comunitaria. En cambio, para grupos socialmente heterogéneos (o con pocas características sociales comunes) hay que utilizar deliberadamente la proximidad física, la modalidad cerrada de agrupación de viviendas y un bajo número de viviendas, según sea el grado de interacción social que busca el proyecto. Por tanto, es indispensable que el diseñador conozca perfectamente el mercado para el que está diseñando, ya que el éxito del proyecto en buena medida va a depender de la propuesta de organización social y del subsecuente manejo de estos elementos en diseño.

Aunque, indirectamente, el clima también es otro factor que influye en las relaciones sociales de una comunidad, ya que como se ha mencionado, éstas ocurren principalmente en espacios exteriores comunes. En climas templados, las condiciones ambientales son favorables todo el año para que los residentes utilicen los exteriores, aunque básicamente las actividades familiares y sociales las llevan a cabo en los interiores de su vivienda. En cambio, en un clima tropical, el calor y la humedad ocasionan que gran parte de las actividades familiares y sociales se desarrollen en el exterior, lo cual estimula mayor contacto e interacción entre los residentes. En un clima extremoso, tipo desértico, la permanencia en espacios exteriores es breve, lo que ocasiona muy poco contacto social entre vecinos, ya que la mayoría de actividades se desarrolla dentro de las viviendas. Cada tipo de clima requiere un manejo de espacios exteriores apropiado para que la población los disfrute y se estimule su interrelación. Aquí el manejo de asoleamiento (y sombras), vientos, vegetación, topografía y demás es importante para el tratamiento de exteriores, elementos que hay que aplicar en el diseño para asegurar que éstos satisfagan su sentido social y no se queden como espacios vacíos sin ningún atractivo.

A la escala de un fraccionamiento o conjunto habitacional (de varios cientos o millares de lotes o viviendas) la integración social no se da colectivamente en abstracto, sino sobre una base de relaciones interpersonales. De aquí que para graduar las relaciones sociales del fraccionamiento o conjunto haya que pensar en subdividirlo formando grupos de viviendas, para dar mayores posibilidades a que los residentes (si quieren) puedan relacionarse e integrarse socialmente en grupos. Como las personas tienen determinada capacidad de relacionarse en el plano personal con sus semejantes, el diseñador debe proponer con claridad en su proyecto otros niveles de relación y de referencia visual. Tal sería el caso de que varios grupos de viviendas formaran un barrio, varios barrios una colonia, varias colonias un sector, y así sucesivamente. De este modo, los residentes tienen la posibilidad de entender cómo está estructurado funcional y visualmente el lugar en el que viven, lo que facilitará que puedan identificar-

se en varios niveles: con su grupo de viviendas, con su barrio, con su colonia, con su sector y con el fraccionamiento o conjunto.

Comercio y equipamiento

Si bien generalmente un proyecto urbano busca atender el problema de vivienda de determinado sector de la población, es importante considerar dentro del estudio de mercado el tipo, la cantidad y las características de los servicios comerciales que se deben proporcionar. Éstos se refieren a lotes y locales comerciales que no sólo tienen la función de apoyar el desarrollo de os futuros residentes, sino más importante aún, son una fuente importante de ingresos que ayuda a mejorar la rentabilidad del proyecto, ya que son vendidos a precios libres del mercado y no a precios tope por competencia del mercado o por reglamentación en cajones de crédito (interés social). Hay que poner atención en que el poder de compra de los futuros residentes determinará el tipo y calidad de los servicios; y esto a su vez determinará el tamaño de los locales y su calidad de construcción –o sea, sus precios de venta–. El conocimiento de las necesidades y patrones de consumo del sector de población para el cual se está diseñando resultará imprescindible para definir los tipos, la calidad y la cantidad de lotes y locales comerciales, y para asegurar que una vez construidos éstos se vendan con facilidad y sean productivos económicamente.

Por último, dentro de los aspectos de mercado es necesario estimar el tipo y las características de equipamiento que la población necesitará para su adecuado desenvolvimiento. Éste básicamente se refiere a los servicios educativos, recreativos, sociales, asistenciales, institucionales y demás que debe proporcionar el promotor o bien dejar para ellos el terreno suficiente para que gradualmente en el futuro, agencias gubernamentales o promotores privados los proporcionen. Es recomendable revisar lo que hay de equipamiento en las colonias vecinas en donde se realizará el proyecto, pues hay cierto tipo de servicios y equipamiento (como clínicas, bomberos, gasolinería, cine, teatro, mercado, preparatoria, etc.) que requieren una considerable masa de población para justificarse y ser rentable su operación; mientras que hay otro tipo de equipamiento (como jardín de niños, primaria, club social, juegos, tiendas de primera necesidad, etc.) que pueden mantenerse rentables con sólo la población de un proyecto.

CONDICIONANTES DEL PROYECTO: EL TERRENO Y EL MEDIO

Un proyecto urbano debe respetar y resolver las condiciones físicas y legales bajo las cuales se inserta el terreno en donde se diseñará el fraccionamiento o conjunto habitacional. Cabe advertir que de no haber una labor completa de investigación sobre las condicionantes del terreno, se corre el riesgo de que una vez concluido el proyecto aparezca un artículo reglamentario o una restricción que se ignoró, haciendo muy costoso y laborioso dar marcha atrás para corregir los errores en que se incurrió y diseñar la parte del proyecto afectada por las recién descubiertas condicionantes. A continuación se presentan agrupadas por temas algunas condicionantes que son las más características de un proyecto urbano:

El terreno

La tarea inicial consiste en realizar una inspección física del terreno y en reunir la información básica sobre la cual se desarrollará el proyecto y sobre la que se pueden verter todas las condicionantes. Estas tareas básicamente consisten en:

Levantamiento topográfico

Consiste en el levantamiento geométrico de la configuración del terreno (planimetría). Se recomienda definir inicialmente un sistema de coordenadas (100 × 100 m) haciendo coincidir el origen (0.00) sobre el vértice de la poligonal más visible o fácil de identificar (por ejemplo, aquél cerca del acceso) o bien apoyarlo sobre alguna calle o construcción existente a manera de que después sea fácil y seguro relacionar el proyecto con el entorno. El eje de las X debe coincidir con el Norte geográfico para facilitar después la tarea de diseño en la orientación de las calles, lotes o sembrado de edificios.

Los resultados de la poligonal del terreno deben estar vertidos en un cuadro en el que se localizan en un sistema de coordenadas cada punto de vértice, las distan-

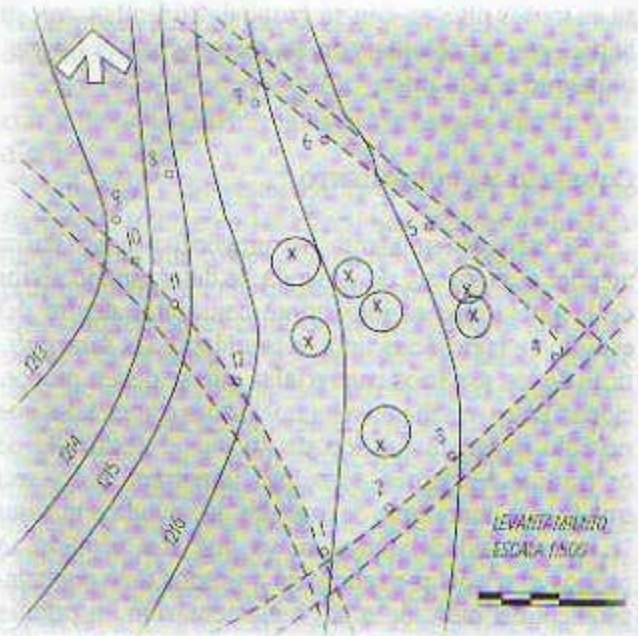
cias entre vértices y los grados de inclinación de las rectas que unen los vértices. Para trazar la poligonal en un plano, inicialmente se dibuja el sistema de coordenadas y se va localizando vértice por vértice de manera secuenciada, y si los datos del cuadro son correctos (y el dibujo exacto) la poligonal debe cerrar, es decir, que una vez que se trazaron todos los vértices, el último debe coincidir exactamente con el primero. De lo contrario, hay que volver al campo y verificar todo el levantamiento, pues si el diseñador hace un "ajuste" gráfico sobre el plano y fuerza el cierre de la poligonal, posteriormente habrá problemas con los linderos y, consecuentemente, con las calles o edificaciones que se ubiquen cerca de ellos.

Aparte de la poligonal, si el terreno es atravesado por líneas de alta tensión, ductos, cauces y demás, el topógrafo deberá registrarlos dentro del sistema de coordenadas. Si el terreno tiene pendientes, el topógrafo deberá obtener también el relieve fisográfico (altimetría), identificando curvas de nivel cada 50 o 100 cm, según se requiera. Se recomienda que el banco del nivel (+0.00) coincida con el origen de la poligonal para facilitar el manejo (y verificación) de la información. El topógrafo deberá registrar claramente los accidentes topográficos y los elementos naturales interesantes (macizo de árboles, rocas, estanques, etc.) con objeto de que el diseñador los considere e incorpore dentro del proyecto.

Finalmente, se recomienda que el plano base de diseño, que contiene toda la información del levantamiento topográfico, sea lo más grande posible (por ejemplo, escala 1:500 para terrenos de 10 ha), con objeto de que los planos ejecutivos que de ahí se derivarán se puedan trabajar con el mayor (y mejor) detalle posible.

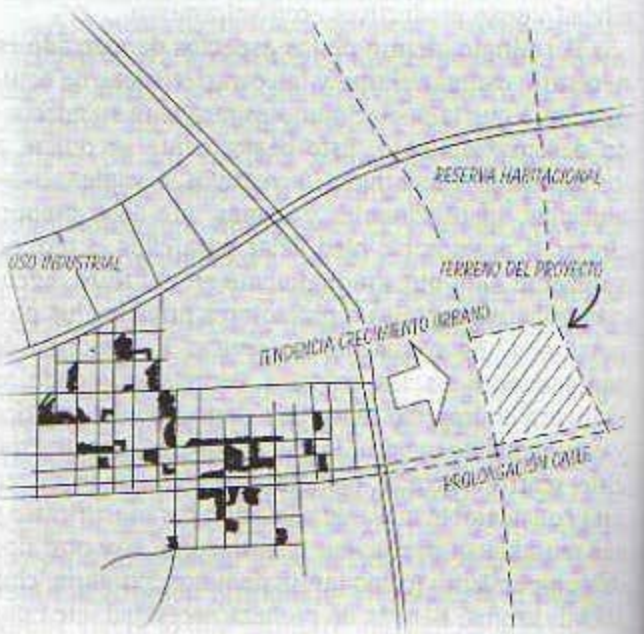
Estudio de mecánica de suelos

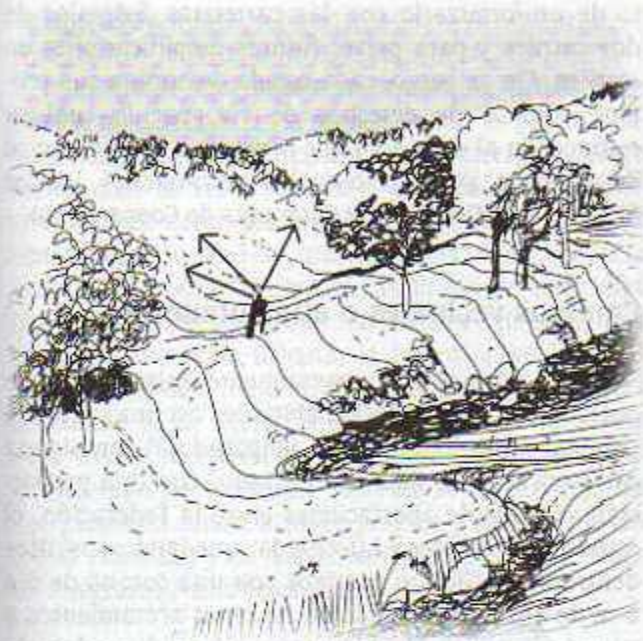
Este estudio tiene por objeto analizar las características de composición física del terreno para determinar las cualidades de movimientos de tierra para la urbanización, tipo de cimentación y estructura de las edificaciones que sobre él se construirán. Si el terreno es de composición uniforme (si está en una ladera tepetatosa o en un valle arcilloso), generalmente con uno o dos sondeos basta para obtener la información requerida; pero si el terreno es grande y variado (con crestas y valles), entonces tendrá que sondearse en varias zonas para determinar las diferencias de su composición. Básicamente se requiere conocer y clasificar el material de que está compuesto con



El levantamiento topográfico es el plano base sobre el cual se va a desarrollar el proyecto, por lo que desde el principio hay que verificar que la información sea correcta.

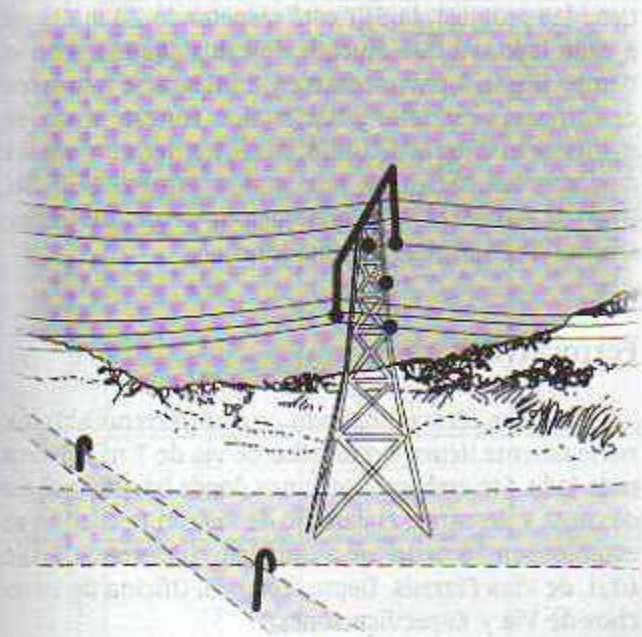
El conocimiento del plan maestro municipal ofrece directrices de crecimiento urbano que deben ser incorporadas en el proyecto, para asegurar una congruencia funcional con la estructura urbana existente y la futura dotación de servicios.





El registro detallado, de todas las características físicas del terreno, es una información valiosa e imprescindible para el diseño urbano.

El levantamiento en el plano del terreno de todas las afectaciones a que está sujeto evitará que se diseñe sobre derechos de vía.



su estratigrafía y granulometría, lo cual nos da información que permite determinar las características de los movimientos de tierra que se deberán realizar en la urbanización, ya que los rendimientos y costos de excavación, relleno y nivelación para la conformación de la vivienda son diferentes en un terreno rocoso que en uno arcilloso o limoso. Del mismo modo, se requiere conocer, para cada tipo de suelo encontrado en el terreno, su resistencia o capacidad de carga, información que es indispensable para calcular las bases de la vialidad y de las cimentaciones de los edificios que se construirán ahí.

Finalmente, si el terreno se encuentra cerca de la costa, de ríos, lagunas o en valles, la determinación de sus niveles freáticos es importante para tomar previsiones en el momento de realizar las excavaciones para el tendido de tuberías o de la cimentación de edificios. Es evidente que el nivel freático varía si es temporada de estiaje o de lluvias, consideraciones que deberán tomarse en cuenta para el desarrollo del proyecto ejecutivo y en la posterior programación de obras.

No está por demás insistir en que este estudio debe ser realizado por profesionales experimentados para garantizar que todas las estimaciones y cálculos que se lleven a cabo resulten confiables.

Estudio de características naturales del terreno

Con objeto de integrar el proyecto urbano a las condiciones naturales del terreno, es importante inventariar o registrar las cualidades naturales más relevantes, con intención de utilizarlas racionalmente dentro del proyecto. Dada su importancia, éstos quedaron integrados como capítulos independientes ("Análisis del clima" y "Análisis del sitio"), aunque metodológicamente se relacionan con esta sección. De aquí que el proyectista deba tomar en cuenta esta consideración para mantener una racionalidad en el proceso de toma de decisiones del diseño.

Restricciones federales y estatales

Las ciudades, al crecer, se van expandiendo sobre su periferia. De aquí que con frecuencia los terrenos en donde se desarrollan los proyectos urbanos se encuen-

tren en zonas aún sin urbanizar y próximas a vías de comunicación o líneas de abastecimiento de energía que convergen en la ciudad. En ocasiones estas vías y líneas atraviesan el terreno que interesa; otras veces pasan a un lado y otras veces, el terreno colinda con un cuerpo de agua (mar, lago o río), todos los cuales llevan una restricción. A continuación se mencionan las restricciones federales de vías, líneas y cauces que pueden afectar a un terreno, y que hay que respetar rigurosamente en el desarrollo del proyecto. Se cita la fuente en donde se obtuvieron, por si el diseñador desea ampliar la información o hacer una consulta sobre un problema específico de su proyecto. No obstante, se recomienda verificar los derechos de vía que se mencionan a continuación, ya que al no estar oficializados en un reglamento (publicadas en el *Diario Oficial*), pueden variar en cada región.

Carreteras federales

Se entiende por carreteras federales aquellas vías que tienen un tránsito vehicular interestatal. Están financiadas totalmente con recursos federales, y construidas, operadas y mantenidas por la secretaría encargada del ramo. Llevan una restricción según el número de carriles: la de dos carriles con acotamientos y cunetas laterales tiene normalmente un derecho de vía de 20 m a partir del eje para cada lado, aunque cuando las carreteras tienen un tránsito intenso, el derecho de vía se fija a 30 m a cada lado del eje. Las supercarreteras de cuatro carriles con acotamiento y cunetas laterales tienen una restricción al eje de 50 m a cada lado (Fuente: SCT, Dir. Gral. de Carreteras Federales).

Carreteras estatales

Son vías que comunican a varias localidades dentro de un estado, y están financiadas por lo general con mitad de recursos estatales y mitad federales dentro del Convenio Único de Desarrollo (CUD). Son de dos carriles con una corona de 6 a 8 m de ancho, con acotamientos y cunetas laterales. La mayoría de estas carreteras están pavimentadas. Antiguamente se mantenía un derecho de vía de 12 a 15 m del eje para cada lado, pero a las que se construyen en la actualidad se les fija un derecho de vía de 20 m del eje a cada lado con objeto de uniformizarlo con las carreteras federales de dos carriles y para prever futuras amplificaciones en carriles. Sin embargo, cada estado determina sus propios criterios de derechos de vía, por lo cual se recomienda al diseñador que consulte a la Junta Local de Caminos para conocer las restricciones locales (Fuente: SCT, Dir. Gral. de Carreteras de Cooperación).

Caminos vecinales o alimentadores

Son caminos que generalmente entroncan a un poblado con más de 2500 habitantes o a una industria regional (ingenio azucarero, empacadora) con alguna carretera federal. Están financiados con una proporción variable de aportaciones entre la Federación, el estado y la empresa interesada, quedando suscritos dentro del CUD. Son caminos con una corona de 6 a 8 m de ancho que pueden o no tener acotamientos y cunetas laterales. Usualmente están conformados por terracería hasta la subrasante con un revestimiento de material de banco compactado. Si aún sobran fondos, se les aplica sobre el revestimiento una base negra o riego de asfalto para evitar que se desmorone. Antiguamente, el derecho de vía que se respetaba era de casi el ancho de la corona, más un par de metros a cada lado para cunetas (o sea, en total, de 5 a 6 m del eje a cada lado). En la actualidad no hay normas nacionales que fijen su derecho de vía (cada estado tiene las propias), la SCT está respetando 20 m del eje a cada lado, ya que muchos de estos caminos con el tiempo llegan a pavimentarse y a integrarse a una red de carreteras estatales y nacionales. Por esa razón, se mantiene el criterio de uniformizar los derechos de vía de todas las carreteras nacionales (Fuente: SCT, Dir. Gral. de Carreteras de Cooperación, Depto. de Obras, Oficina de Caminos Alimentadores).

Ferrocarriles

Las vías férreas, cuando cruzan terreno abierto, normalmente tienen un derecho de vía de 7 m del eje a cada lado. Sin embargo, en zonas donde hay maniobras de carga y descarga, el derecho de vía con frecuencia se establece en 10 m del eje a cada lado (Fuente: SCT, Dir. Gral. de Vías Férreas, Depto. Técnico, Oficina de Derechos de Vía y Especificaciones).

Telégrafos

Las líneas telegráficas nacionales no tienen establecido un derecho de vía propio, ya que es práctica establecida que éstas se tiendan en un extremo y dentro del derecho de vía del tren o al margen de una carretera federal. Como los ferrocarriles utilizan para sus operaciones una red telegráfica propia, con frecuencia sobre su postería se tienden las líneas de telégrafos nacionales o viceversa. Cuando las líneas de telégrafos entran a una zona urbana, lo hacen sobre las banquetas, sean de 1.5 a 3 m, en postería propia o a veces utilizando la de teléfonos (separando bien las líneas para evitar interferencias). Cuando las líneas telegráficas son subterráneas, también se ubican bajo las banquetas en canalizaciones propias y alejadas de las líneas eléctricas y de teléfonos (Fuente: SCT, Dir. Gral. de Telégrafos Nacionales, Depto. de Líneas).

Líneas de distribución eléctrica

Las líneas que tienen más de 300 volts entre conductores sin protección o accesibles, no deben estar próximas a un edificio o cualquier parte de él, tales como balcones, volados, etc. Para claros de 0 a 50 m entre posterías, la separación entre la línea y el edificio no será menor que la indicada en la tabla superior (Fuente: Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, publicado en el *Diario Oficial* el 31 de marzo de 1950).

Voltaje entre conductores (volts)	*Distancia horizontal* (m)	*Distancia vertical* (m)
300- 8 700	1.0	2.4
8 701-15 000	2.0	2.5
15 001-30 000	2.5	3.0
30 001-50 000	3.0	3.0

Líneas de trasmisión eléctrica

El derecho de vía de las líneas aéreas depende del voltaje de trasmisión y del número de circuitos, como se indica en la siguiente tabla. Como el diseño de las torres estructurales no es necesariamente representativo del voltaje, para reconocerlas en el campo se recomienda inicialmente contar los cables que tiene: si tiene tres cables sencillos o dobles (tres fases) son de un circuito y generalmente están dispuestos en sentido horizontal en la parte superior de la torre, o sea, un circuito en cada brazo y uno al centro de la torre, y si tiene seis cables sencillos o dobles es de dos circuitos, o sea, un circuito a cada lado de la torre, generalmente una fase en cada uno de los brazos que tiene. Para reconocer el voltaje de una línea de trasmisión se recomienda contar el número de aisladores eléctricos que tiene una fase (en cable sencillo o doble) en un brazo de la torre. Aisladores son los discos de vidrio café que se colocan en el cable para aislar el brazo de la torre de la corriente de alta tensión y

	Kilovolts (kV)	*Núm. de circuitos*	*Tipo de aislador*	*Long. cadena de aisladores* (m)	*Núm. de aisladores*	*Derecho de vía total* (m)
Trasmisión	400	2	disco	3.90	23-25	28
	430	1	"	2.80	15-17	19
		2	"	2.55	15-17	18 a 22
	138	2	"	1.57	9-10	15
	115	1	"	1.41	7-8	9
	–	2	"	1.41	7-8	12 a 14
Subtrasmisión	85	2	"	1.06	6-7	15
	69	2	poste	–	5	11
	34	1	alfiler	–	1	9
Distribución	23	1	"	–	1	7
	13	1	"	–	1	5

se cuentan del punto de apoyo en el brazo hacia el centro de la catenaria del cable (FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Construcción, Gerencia de Proyectos de Trasmisión y Transformación, Oficina de Anteproyectos de Líneas de Trasmisión).

Gasoductos y oleoductos

Las normas internacionales de seguridad establecen un derecho de vía de estos ductos de 60 m del eje para cada lado, si se trata de una línea; pero cuando se tienden varios ductos paralelamente este derecho de vía asciende a 100 m. A diferencia de las líneas de trasmisión eléctrica cuyos derechos de vía pueden aprovecharse como vialidad en las zonas urbanas, en el caso de los ductos esto no está permitido, generalmente por el riesgo que implica que se puedan deteriorar por el peso y las vibraciones de la circulación vehicular. Sin embargo, estos derechos de vía sí pueden utilizarse como áreas verdes o recreativas cuidando de sólo sembrar pasto y arbustos, mas no árboles, porque sus raíces pueden dañar también los ductos. Cuando una calle del proyecto atraviesa un ducto hay que cerciorarse con PEMEX de que dicho ducto tiene la profundidad, el espesor o la protección necesarios para soportar el paso de los vehículos (FUENTE: PEMEX, Subdirección de Explotación, Gerencia de Sistemas de Ductos).

Agua

Las franjas de tierra paralelas a cuerpos de agua tienen las siguientes restricciones (FUENTE: *Ley Federal de Aguas*, publicada en el *Diario Oficial* el 11 de enero de 1972):

- "Playa", las partes de tierra que debido a la marea cubre y descubre el agua hasta los límites de mayor reflujo anual (art. 4, fracc. VI).
- "Zona marítima terrestre", una faja de 20 m de ancho de tierra firme contigua a las playas del mar, y a uno y otro lado de los cauces de los ríos desde la desembocadura de éstos en el mar hasta el punto río arriba, donde llegue el mayor flujo anual (art. 4, fracc. VII).
- "Riberas o zonas federales", las fajas de 10 m de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional. La amplitud de las riberas o zonas federales se reducirá a 5 m en los cauces cuya anchura sea de 5 m o menor (art. 4, fracc. VIII).

Contaminación ambiental

Cuando el terreno donde se realizará el proyecto se encuentra alejado de redes de alcantarillado de una ciudad deberá construirse un emisor que conduzca las aguas residuales hasta conectarlas a la red entubada, evitando que descarguen a cielo abierto, según consta en las siguientes disposiciones: "Queda prohibido arrojar en ríos, cuencas, vasos y demás depósitos de agua o infiltrar en terrenos, aguas residuales que contengan contaminantes, materias radioactivas o cualquier otra sustancia dañina a la salud de las personas, la flora, la fauna o los bienes" (*Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental*, publicada en el *Diario Oficial* el 23 de marzo de 1971, art. 14). De ser incosteable la construcción del emisor o de no existir una red de alcantarillado en donde conectarse las aguas residuales, deberán quedar sujetas a un tratamiento previo a ser vertidas a cielo abierto, con objeto de controlar sólidos sedimentables, grasas y aceites, materia flotante, temperatura y potencial hidrógeno (pH), cuyas normas de calidad están debidamente estipuladas en el *Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas*, publicado en el *Diario Oficial*, el 29 de marzo de 1973. NOTA: Por el elevado costo de la planta de tratamiento, para estos casos se opta frecuentemente por soluciones tipo tanques sépticos, si la permeabilidad del suelo lo permite, sin que la filtración llegue a contaminar los mantos freáticos.

DISPOSICIONES ESTATALES Y MUNICIPALES DE DESARROLLO URBANO

Cada estado tiene un conjunto de normas que estipulan las características que deben reunir los fraccionamientos o conjuntos de vivienda, para ser aprobados. Estas normas varían de enfoque y nivel de detalle en cada estado, razón por la cual resulta indispensable, antes de realizar el anteproyecto, estudiarlas cuidadosamente para fijar los parámetros de diseño. A manera de ilustrar las disposiciones, a continuación se citan ejemplos:

Usos del suelo y densidades

Generalmente, cada municipio urbano del país cuenta con un plan maestro de la zona urbana, en el cual se muestra a grandes rasgos las intenciones de su ordenación fisicoespacial y estructura vial, así como las etapas o acciones que habría que considerar para reestructurar el casco urbano existente y regular el futuro crecimiento. Usualmente la dirección estatal o municipal de asentamientos humanos o de planeación tiene autoridad para dictaminar los proyectos urbanos y otorgar los permisos de urbanización, siempre y cuando el proyecto respete lo propuesto en el plan maestro de la ciudad, en cuanto a los usos del suelo, las densidades y el trazado vial primario. Muchos municipios urbanos tienen legalmente aprobados (por sus cabildos) y reglamentados sus planes maestros; o sea, que de acuerdo con el plan se ha asignado para cada zona registrada en el catastro urbano un uso de suelo específico con una intensidad de uso, pero en muy pocos casos, los municipios urbanos han afectado las propiedades por las que pasará la futura vialidad. En otros casos, los planes maestros de las ciudades existen en un nivel normativo y no son difíciles de instrumentar en la práctica, razón por la cual se abre un campo para negociar cada proyecto con las autoridades competentes. Por tal motivo se recomienda hacer una consulta por escrito con la autoridad competente sobre los usos del suelo y las densidades que son permisibles para el proyecto, y llegados a un acuerdo, el diseño deberá respetarlo con el fin de que cuando se concluya el anteproyecto urbano se autorice de una manera preliminar, y ello siente un antecedente para que al presentar el proyecto ejecutivo éste sea aprobado sin tantas demoras. Así como en el de planeación prácticamente no hay reglamentación, en el de fraccionamiento y construcción ésta es muy profusa, tal como se ilustra a continuación:

Tipos de fraccionamientos

Cada estado tiene por lo general una definición de los tipos de fraccionamientos que autoriza, entre los cuales se cita el *Reglamento de la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México*, publicado en *Gaceta de Gobierno* el 16 de diciembre de 1983, tomo CXXXVI, núm. 117.

Fraccionamiento habitacional popular (art. 92). Deberán tener una superficie mínima de una hectárea y estar localizados en zonas urbanizables dentro o próximos a centros de población. Sus lotes no deben tener menos de 120 m^2, con 7 m de frente mínimo, con ancho mínimo de vialidad de 12 m. Deberá contar con todas las obras de urbanización.

Fraccionamiento habitacional residencial (art. 93). Con una superficie mínima de 1 ha y próximos a un centro de población, con dimensión mínima de lotes de 150 m^2 con frente mínimo de 10 m y ancho de vialidades de 12 m. Deberá contar con todas las obras de urbanización.

Fraccionamiento campestre (art. 94). Con superficie mínima de 5 ha y a una distancia menor de 5 km del centro de población. Superficie mínima de lotes 2000 m^2, con 25 m de frente mínimo. Ancho de vialidades colectoras de 20 m y vías locales de 12 m. Deberán comprender todas las obras de urbanización.

Fraccionamiento industrial (art. 95). Con superficie mínima de 20 ha y superficie mínima de lotes de 1000 m^2, con un frente mínimo de 20 m. Ancho de vialidades colectoras de 20 m y obras locales de 12 m. Deberán comprender todas las obras de urbanización.

Fraccionamiento social progresivo (arts. 100 al 105). Sólo podrá ubicarse en áreas urbanas y urbanizables, con densidad no superior a 80 viviendas por hectárea, con lotes unifamiliares de 120 m^2, con frente mínimo de 7 m, ancho mínimo de vialidad de 12 m y andadores de 6 m. Por considerarlo de interés como alternativa de agrupación de viviendas, el fraccionamiento se puede desarrollar también bajo el régimen de *condominio*, sea horizontal, vertical o mixto, cuyas características son las siguientes (art. 117): el número máximo de viviendas por condominio será de 50 (un fraccionamiento del tipo que sea se puede subdividir en varios condominios). Para condominio social progresivo o habitacional popular, la superficie de los terrenos privados (por vender) no será menor de 60 m^2 y 6 m de frente para vivienda unifamiliar, y 120 m^2, con 9 m de frente para vivienda en dúplex. En las ubicadas en fraccionamiento tipo residencial, los lotes no serán menores de 100 m^2, con 8 m de frente para unifamiliar, y 200 m^2, con 12 m

Condicionantes típicas de un proyecto urbano

			Normatividad	*Observaciones*
Terreno		Localización	En periferia N-E de la ciudad en zona destinada a futuro crecimiento	
		Levantamiento topográfico	Sup. 27-76-66 ha, ondulado suave con pendientes menores de 15 % Aptitud: 1540-1555 msnm	
		Mecánica de suelos	Estratigrafía: capa 0-20 cm despalme Capa 20-65 cm roca, resistencia 250 kg/cm^2 Nivel freático 2.50 m parte baja	
		Clima	Temperatura media anual: 22-27 °C Asoleamiento intenso del surponiente Vientos dominantes NE, verano SP	Orientar frentes de lotes hacia NP para que su costado lateral dé hacia SP
		Otros elementos	Ruido de circulación vehicular por proximidad de carretera. Sin contaminación agua o aire	Colocar los comercios cerca de la carretera
Restricciones federales		Línea de alta tensión (trasmisión)	115 kV. 2 circuitos con derecho de vía total de 15 m	Hacer coincidir la vialidad primaria dentro del derecho de vía
		Línea de baja tensión (distribución)	13 kV. 1 circuito con derecho de vía total de 5 m	Dentro del derecho de vía de la vialidad secundaria
		Cauce de río	Franja de 5 m a cada lado del cauce	
		Ferrocarril	Derecho de vía, 20 m a cada lado del eje	
		Línea de telégrafo	Dentro del derecho de vía de FFCC	
		Carretera federal (dos carriles)	Derecho de vía, 20 m a cada lado del eje	
		Camino vecinal	Sin derecho de vía	
Disposiciones de Reglamento de Fraccionamientos	*Habitacional*	Residencial de lujo	Lotes de más de 450 m^2; frente de 15 m	Localizar en zona de mayor pendiente, densidad baja
		Residencial medio	Lotes de 200 a 450 m^2; frente de 10 m	Localizar en zonas de pendiente ligera, densidad media
		De interés social	Lotes de 120 m^2; frente de 7 m	Localizar en partes planas, densidad alta
	Vialidad	Primaria	20 m de sección, banquetas de 3 m	Conectar con avenidas existentes en proximidad
		Secundaria	16 m de sección; banquetas de 2 m	
		En penetración	12 m de sección; banquetas de 1.5 m	
		En retornos	12 m de sección; banquetas de 1.5 m; radio de giro en retornos de 7 m	
		Comercios	3 % de superficie vendible	Localizar sobre vías primarias
		Oficinas	Dentro del porcentaje de comercios	Intensificar el uso construyendo verticalmente
		Donación para equipamiento	15 % de superficie vendible	Localizar en zonas con pendiente ligera
Proximidad con redes de servicio		Avenidas	500 m a carretera pavimentada	Utilizar camino de acceso en terracería
		Agua potable	1350 m a toma más próxima	
		Alcantarillado	2100 m a red de drenaje	Construir emisor para drenaje
		Electrificación		
		Teléfono	3000 m a red telefónica	Solicitar el servicio con anticipación
		Gas		Suministro en tanques estacionarios

de frente para dúplex. En los industriales los terrenos privados tendrán una superficie mínima de 500 m². En construcciones bajo régimen de condominio, las áreas libres de uso común no serán menores de 12 m² por vivienda prevista, y 25% del área privativa en caso de industriales excluyendo circulaciones y estacionamientos.

Donaciones o cesiones

La superficie que el fraccionamiento o conjunto deberá donar al municipio para obras con fines comunitarios es distinta en cada estado. A continuación se citan algunos ejemplos:

La *Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México*, establece las siguientes donaciones para equipamiento municipal:

> En fraccionamiento habitación popular, 18 m² por vivienda; en los residenciales, 26 m² por vivienda prevista al municipio y 6 m² por vivienda al estado para áreas complementarias; en los campestres 4% de área vendible al municipio y 3% al estado; en los industriales 5% de área vendible para servicios municipales y 2% al estado, y en el social progresivo 16 m² por vivienda prevista al municipio.

Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (*Diario Oficial* del 4 de junio de 1997):

> Donar al Departamento del D. F., ya urbanizado, 20% de la superficie total vendible, la cual se destinará a servicios públicos, al tratarse de fraccionamientos residenciales (art. 70) y 10% de la superficie total del terreno en caso de conjuntos habitacionales (art. 50).

El *Reglamento para la fusión, subdivisión, lotificación y fraccionamiento de terrenos para el Estado de Veracruz* (publicado en *Gaceta Oficial*, núm. 30, tomo CXX el 10 de marzo de 1979) establece los porcentajes de donación según el tipo de fraccionamiento:

> Fraccionamientos de primer orden cuyo 60% de lotes tiene más de 450 m² (mínimo 15 m de frente), 15% con superficies de 300 a 450 m² (mínimo 12 m de frente), 10% de lotes con superficies menores de 200 a 300 m² (mínimo 10 m de frente) o de menor superficie, establece 15% del área vendible para equipamiento urbano y 8% para áreas verdes (art. 24, fracc. IV). Para fraccionamientos de segundo orden cuyo 75% de lotes es mayor de 300 m² (frente mínimo 12 m), 10% de 200 m² (frente mínimo 10 m), 20% superficies menores, deben ceder 15% del área vendible para equipamiento y 4% de la superficie vendible para áreas verdes (art. 25, fracc. IV). Fraccionamientos de tercer orden con 75% de lotes menores de 200 m² (frente mínimo 10 m) y 25% de 105 m² (7 m de frente, mínimo), deben ceder el 15% del área vendible para equipamiento y 4% para áreas verdes (art. 26, fracc. IV). Los fraccionamientos de interés social cuyos lotes fluctúan entre 105 y 199 m² con frente mínimo de 7 m deberán ceder 15% de área vendible para equipamiento y 4% para áreas verdes (art. 27, fracc. IV). Y finalmente, fraccionamientos populares de urbanización progresiva cuyos lotes fluctúan de 80 a 105 m² con frentes mínimos de 5 m deberán ceder 10% de área vendible para equipamiento y 10% de superficie vendible para áreas verdes (art. 28, fracc. IV).

Vialidad

No es usual que los reglamentos de fraccionamientos normen dimensiones de vialidad, puesto que la práctica establecida es que la vialidad primaria sea congruente con la propuesta en el plan maestro o se articule con las arterias existentes, por lo que la red vial interna del proyecto queda generalmente a criterio del diseñador (esto tiene la conveniencia de ofrecer mucha flexibilidad en el diseño, pero tiene el inconveniente de generar gran cantidad de secciones viales, crea confusión de circulación y dificultad para la estructuración vial de una ciudad o zona urbana). Sin embargo vale la pena citar un ejemplo de la normatividad sobre el tema (*Reglamento para la fusión..., op. cit.*, arts. 24 al 28):

> Las *vías primarias o avenidas principales* de los fraccionamientos de primer orden medirán

25 m de sección con banquetas de 3 m de ancho, las cuales de 30 a 50% se usarán como áreas jardinadas; en fraccionamientos de segundo orden medirán 20 m de ancho con banquetas laterales de 3 m y de 20 a 40% de su superficie destinada a jardines; en fraccionamientos de tercer orden, 14 m de sección con banquetas de 2.50 m y áreas jardinadas de 40% de superficie; y los fraccionamientos de interés social y popular con las mismas dimensiones que los anteriores.

Las *vías secundarias o calles colectoras* medirán en fraccionamientos de primer orden 20 m de sección con banquetas de 3 m, de los cuales de 20 a 50% se utilizarán como zona jardinada; los fraccionamientos de segundo orden medirán 14 m con banquetas de 3 m, de los cuales 40% se usará como jardín; los fraccionamientos de tercer orden medirán 12 m de ancho y banquetas de 1.50 m con 35% de áreas jardinadas, mismas dimensiones que se aplican a los de interés social y populares.

Las *vías de penetración o calles locales* medirán, en fraccionamientos de primer orden, 15 m con banquetas de 2.50 m y 20 a 40% de áreas jardinadas; fraccionamientos de segundo orden con 12 m y banquetas de 1.50 m, de las que 30% se reservan como áreas jardinadas; fraccionamiento de tercer orden, tendrán 10 m de sección con banquetas de 1.50 m, de las que 35% será jardinada; dimensiones que también se aplican a los fraccionamientos de interés social y popular. Las calles de retorno o privadas en fraccionamientos de primer orden se ajustarán a las normas señaladas para las alimentadoras con radio mínimo de retorno de 9 m; en fraccionamientos de segundo y tercer orden, de interés social y popular, se ajustarán a medidas de calles alimentadoras con 7 m de radio mínimo de retorno.

Los *andadores* en los fraccionamientos de primer orden medirán 9 m de alineamiento a alineamiento, de los cuales 40% se usará como área jardinada; de los fraccionamientos de segundo y tercer orden e interés social medirán 5 m de paramento a paramento, respetando también 40% de área jardinada. No se reglamentará en fraccionamientos populares.

Vale la pena señalar que la normatividad acerca de la vialidad, descrita en párrafos anteriores, busca una eficiencia en el aprovechamiento del suelo, definiendo la jerarquía vial en función del nivel socioeconómico de los habitantes. En otras palabras, en los fraccionamientos caros las familias residentes tendrán varios automóviles, lo que justifica mayores secciones viales que en lotificaciones de bajos ingresos, cuyas familias difícilmente tienen automóvil y, por tanto, las secciones viales son menores. Aunque este razonamiento es cierto, al aplicarlo a calles secundarias y locales (en donde los desplazamientos son internos en el fraccionamiento) es muy discutible su aplicación a la vialidad primaria –que es la que estructura la funcionalidad de la ciudad y cuyos desplazamientos son en el nivel intraurbano–, por ello es cuestionable que la vialidad primaria cambie de secciones según el tipo de fraccionamiento, ya que las consecuencias que produciría son inversas a lo que se busca, o sea que propiciaría ineficiencia o discontinuidad en los flujos viales por la irregularidad de secciones. De aquí que se considere que las normatividad de la vialidad primaria deba ser uniforme para toda la ciudad, independientemente del tipo de fraccionamiento, con objeto de darle coherencia y funcionalidad a la estructura urbana; mientras que la vialidad secundaria y local, por estar destinada a tránsito interno, puede cambiar de secciones según el tipo de fraccionamiento, sin que ello afecte la eficiencia funcional del sistema vial en el nivel urbano.

Finalmente, cabe advertir que por lo general los fraccionamientos no requieren vialidad primaria, sino más bien su estructura vial interna es con base en calles secundarias y locales. La vialidad primaria debe referirse al plan maestro de la ciudad, y cuando ésta pasa tangente o atraviesa el terreno donde se proyecta el fraccionamiento, su red vial interna se deberá conectar con ella en puntos bien estudiados.

Infraestructura

En general, todos los reglamentos coinciden en no autorizar fraccionamientos, si éstos no tienen debidamente resuelta su infraestructura y su conexión a las redes existentes. Aunque este trámite se hace una vez concluido el proyecto ejecutivo, es recomendable, en el nivel de anteproyecto, anticipar los trámites y solicitar a las autoridades respectivas el abastecimiento de deter-

minado volumen de servicio, según la demanda estimada en el programa (las autoridades tienen estipuladas cuotas según superficie vendible de fraccionamiento o según volumen contratado que habrá que cubrir para que lo autoricen). Los anteproyectos de infraestructura deben cumplir con las especificaciones convencionales de la secretaría encargada del abastecimiento de agua potable y de la Comisión Federal de Electricidad (para electrificación y alumbrado público). Por su importancia dentro de la realización del anteproyecto urbano, se elaboraron capítulos respectivos e individuales para agua, alcantarillado y alumbrado, en los que se señala su normatividad. Comúnmente los reglamentos requieren de la elaboración de proyectos ejecutivos de agua potable (alimentadora y ramales de distribución), red de alcantarillado (red de colectores o, en su caso, el sistema de tratamiento de aguas negras), red de electrificación (alta y baja tensión), red de alumbrado público y a veces red de teléfonía, vialidad (ejes, secciones, banquetas y guarniciones), jardinería menor (en camellones, banquetas, o áreas verdes), mobiliario urbano, señalamiento y nomenclatura y casetas de vigilancia.

Requisitos preliminares para la autorización de un fraccionamiento

Aunque la solicitud de autorización de fraccionamiento no se lleva a cabo sino hasta que está concluido el proyecto ejecutivo urbano, vale la pena tenerla presente en el nivel de anteproyecto para ir generando la información para el trámite definitivo. Es recomendable solicitar, en el nivel de anteproyecto, un visto bueno preliminar a las autoridades competentes, de modo que las dudas, aclaraciones o modificaciones que pudieran surgir en este nivel puedan corregirse oportunamente antes del trámite definitivo. Los reglamentos solicitan requisitos similares a los siguientes:

- Escritura pública que acredite la propiedad del predio en donde se pretende construir el fraccionamiento.
- Certificado de posesión material del predio, expedido por la autoridad municipal.
- Certificados de libertad de gravámenes por un periodo variable (12, 15, 20 años) expedido por el Registro Público de la Propiedad.
- Certificado de no adeudo (predial, servicios, etc.), expedido por las oficinas de Hacienda del estado y la municipal.
- En casos particulares (cuando hay disputa o dudas sobre algún lindero), se solicita una constancia de deslinde catastral del terreno no objeto del fraccionamiento, o en su defecto, constancias de apeo y deslinde judicial.
- Plano a escala gráfica conveniente de la ubicación del terreno en relación con la ciudad, donde se señalarán las redes más próximas de agua potable, de drenaje, de alcantarillado, de electricidad, de teléfono y sobre ejes viales importantes.
- Plano topográfico a escala gráfica conveniente del terreno por fraccionar, acotando todos los lados y ángulos que formen la poligonal envolvente, así como la localización de cuerpos de agua, árboles, líneas de energía eléctrica, teléfono, telégrafo y vías de comunicación terrestre.
- Anteproyecto urbano en plano a escala gráfica conveniente de lotificación y usos del suelo en el que se indiquen claramente los siguientes conceptos: usos del suelo por sector, vialidad vehicular y peatonal con diseño de secciones debidamente acotado, sembrado de la edificación habitacional, tipo y localización del equipamiento urbano.
- El anteproyecto debe incluir una tabla que contenga valores absolutos y porcentuales de: superficie total del predio, superficie vendible, superficie vial vehicular, superficie de circulación peatonal, superficie de donación o cesión al municipio, superficie para usos comerciales y superficie para usos multifamiliares.

Lineamientos programáticos

Habiendo definido el marco general del proyecto urbano así como las determinantes y condicionantes de diseño, se procede a explorar las alternativas programáticas con las cuales se puede desarrollar el proyecto. Estudiar y evaluar varias alternativas de programa urbano tiene por objeto principal seleccionar aquella que más beneficios sociales aporte (si el cliente es sector público) o ganancias (si es sector privado) o una combinación de ambas.

Productos alternativos que se pueden ofrecer en un proyecto urbano

	Mercado			
	Descripción oferta	*Precio de venta (veces el salario mínimo)*	*Niveles de ingreso de los compradores*	*Metas sociales que debe perseguir el diseño*	*Requerimientos funcionales y espaciales para el diseño*
Lotes comerciales	Chico < 150 m²	hasta 25	> 2.5 veces el salario mínimo	Favorecer la interacción social a través de la proximidad de ambientes cerrados que propicien el contacto personal	En privadas, con entornos agrupando como máximo 90 lotes. La calle funciona como área común de convivencia
	Medio 150-300 m²	75-150	5-7 veces el salario mínimo	Evitar el aislamiento de familias procurando un ambiente privado (propio con el cual se identifiquen	En *clusters* agrupando 50 lotes como mínimo y procurando un área común aparte de la calle
	Residencial 300-450 m²	200-350	10-13 veces el salario mínimo	Procurar ambientes exclusivos que permitan que las familias se relacionen (si así lo quieren) con sus vecinos	En *clusters* o condominio horizontal agrupando 35 lotes como mínimo. Área recreativa común y privada de uso exclusivo para residentes. Control de acceso
	Lujo 450 m²	hasta 400	Más de 15 veces el salario mínimo	Generar ambientes muy exclusivos con carácter propio, sin buscar que las familias se relacionen entre sí	Lotes individuales agrupados. Máximo 20 lotes por *cluster*. Sin áreas comunes, estricto control de acceso
Viviendas	VAIM 50 m²	hasta 60	> 3.5 veces el salario mínimo	Favorecer la interacción de los residentes para estimular la integración social y el sentido de identidad y pertenencia con el lugar en que vivirán. Mantener pequeños grupos de vivienda para propiciar el contacto personal	En edificios hasta de 5 niveles en condominio vertical. Áreas recreativas comunes
	VIS-A 50-75 m²	60-100	Hasta 5 veces el salario mínimo		En edificios hasta de 4 niveles, formando condominios verticales con áreas recreativas comunes
	VIS-B 75-90 m²	100-160	Hasta 10 veces el salario mínimo		En dúplex o tríplex en condominio horizontal
	Apartamento comercial 120-200 m²	160-500	Hasta 20 veces el salario mínimo	Propiciar ambientes exclusivos para que las familias –si quieren– se relacionen con sus vecinos o mantengan, si lo desean, su privacidad	En condominios verticales con estricto control de acceso
	Casa comercial 200-350 m²	hasta 500	Más de 20 veces el salario mínimo		Viviendas aisladas organizadas en *clusters* con plazoleta y áreas recreativas comunes. Estricto control de acceso
Lotes habitacionales	Chico hasta 200 m²	hasta 20	Empresas comerciales pequeñas o de prestigio que puedan comprar varios lotes contiguos. Orientar las ventas hacia comercios básicos (minimercado) y servicios de apoyo (gasolinerías, bancos, etc.)	Dar servicio tanto a la población residente como a la de colonias circunvecinas y al tráfico de paso (mercado interno y externo)	Agrupación de varios lotes chicos en torno de andadores o plaza. No requiere acceso vehicular directo. Reglamentar arquitectura y anuncios
	Regular, 250-500 m²	100-200			Lotes con acceso vehicular en un extremo y posible acceso peatonal en el otro estacionamiento común. Reglamentar arquitectura y anuncios
	Grande, 500-1000 m²	hasta 200			Lotes con acceso vehicular directo y estacionamiento propio. Cada uno puede tener arquitectura propia pero conviene reglamentar estilo, alturas y materiales
Locales comerciales	Chico hasta 60 m²	< 150	Pequeños comerciantes o fibres profesionistas. Dar preferencia a quien ya haya comprado lote o vivienda en proyecto. Orientar ventas hacia comercios de primera necesidad (panadería, salchichonería) y servicios de apoyo (lavandería, doctor, etc.)	Dar servicio básicamente a la población residente (mercado interno) para evitar que se desplace fuera del fraccionamiento o conjunto para realizar sus compras básicas	Locales en torno de andadores, arquitectura uniforme para boutiques, florería, tabaquería, peluquería, cafetería
	Mediano, 80-100 m²	120-260			Locales en torno de andadores o plaza arquitectura uniforme, próximo a vehículos para librería, papelería, farmacia, cafetería
	Grande, 100-250 m²	260-650			Locales en torno de plaza con acceso vehicular de servicio. Arquitectura uniforme, para bancos, oficinas públicas, cafeterías, cafetería
Cajones de estacionamiento	VAIM 20 m²	hasta 12	Hasta 3.5 veces el salario mínimo	Procurar comodidad a compradores de apartamentos en condominio vertical y horizontal con estacionamiento privado	Cajones numerados, un cajón cada dos viviendas o uno por vivienda según demanda. Control de acceso
	VIS-A 20 m²	16	Hasta 5 veces el salario mínimo		Cajones numerados, uno por vivienda. Control de acceso
	VIS-B 20 m²	18	Hasta 7.5 veces el salario mínimo		Cajones numerados, uno o dos por vivienda, según la demanda. Control de acceso
	Comercial 20-50 m²	hasta 24	10-15 veces el salario mínimo		Cajones numerados, venta libre. Control de acceso
	Público 25 m²	–		Descongestionamiento de vías públicas al reducir el estacionamiento en la calle	Para servicio del centro comercial. Su costo se prorratea entre lotes y locales comerciales. Se cobra o no se cobra la entrada

Al igual que los análisis precedentes, deducir, de entre varias alternativas, el lineamiento o curso de acción más apropiado para desarrollar el proyecto urbano, es una etapa muy importante del proceso decisional del diseño. Con frecuencia los proyectistas la omiten, pensando que ahorran tiempo, y corren el riesgo de empezar a diseñar sin haber precisado de antemano las cualidades de los productos a que se tiene que llegar con el diseño. Este proceso lleva a que los proyectistas diseñen sobre la base de aproximaciones, o sea, intentando soluciones alternativas hasta que encuentren una satisfactoria, lo cual no sólo es a la larga más tardado, sino que se presta a que se cometan errores de juicio pues se va diseñando sobre suposiciones y no sobre parámetros concretos. De aquí que el definir el lineamiento programático de un proyecto sea un ejercicio de congruencia y racionalidad que busca que se tomen las decisiones generales *a priori* sobre las cualidades que éste debe reunir para responder a un conjunto de determinantes y condicionantes.

Determinantes

En el cuadro "Productos alternativos" se muestran las alternativas de productos que se pueden ofrecer para satisfacer la demanda por lotes o viviendas, definida ya en Determinantes del proyecto. Como se discutió entonces, dentro de un segmento de mercado hay estratos o grupos (definidos por ingresos, composición familiar, edades y demás) que tienen necesidades insatisfechas de vivienda, cada uno con expectativas y capacidad de compra muy particulares.

De aquí que con base en el conocimiento adquirido de este segmento de mercado clase media-media tomemos decisiones iniciales de descartar tanto el extremo caro de nuestra posible oferta (apartamentos comerciales, viviendas VIS-B o lotes de más de 300 m^2), como el extremo barato (lotes de menos de 120 m^2, viviendas VAIM); para centrar la atención sobre viviendas tipo medio VIS-A y lotes de superficie de 120 a 200 m^2. El descartar el extremo caro es lógico ya que este segmento clase media-media no tiene la capacidad económica para adquirir productos con costo superior a su capacidad de compra: aunque sí tiene la capacidad para hacerse de productos más baratos y por tanto más accesibles a su capacidad de compra. Sin embargo, tampoco adquieren productos más baratos. Veamos por qué. La mayoría de este segmento son familias jóvenes que prácticamente gastan todo lo que ganan, por lo cual el comprar algo más barato de lo que pueden pagar les haría menos pesada la carga económica de adquirir un lugar en donde vivir, y les dejaría más dinero para vivir holgada y cómodamente. Pero el mercado no opera sobre una base de racionalidad, sino sobre expectativas de mejoramiento social o económico, por lo que difícilmente las familias jóvenes de este segmento comprarían algo más barato, pues ello daría la impresión de retroceder socioeconómicamente, más bien su expectativa sería comprar algo de su nivel o de ser posible de un nivel socioeconómico superior, aunque ello signifique vivir durante muchos años apretadamente. En consecuencia, ello descarta a los productos más baratos. (Por cierto, este manejo de expectativas en las compras también opera para compradores de niveles clase media-alta, quienes tampoco comprarían una oferta de vivienda clase media-media pues tienen el dinero suficiente para comprar productos caros en desarrollos de lujo.)

Si se ofrecieran lotes y viviendas para atraer a este segmento del mercado, ¿qué características debería tener? La institución bancaria que financia el desarrollo generalmente determina las normas técnicas que deben reunir los lotes y viviendas en cuanto a superficie, servicios y características constructivas, los cuales al cotizarlos para construcción y etiquetarles un precio para venta, deben concordar con la capacidad de pago del segmento de mercado que se busca satisfacer (con ello el banco asegura que el proyecto se venderá y por tanto recuperará el dinero que invirtió).

El terreno en donde se ha desarrollado el proyecto que sirve de ejemplo en todos los capítulos de este manual se encuentra en la periferia de una ciudad de 650 000 habitantes. Consecuentemente, el segmento de mercado clase media-media es de aproximadamente 60 000 personas, 11 000 familias, de las cuales cerca de 7000 familias son jóvenes y el resto son maduras y consolidadas. Siendo que representan la parte del mercado que más interesa para el desarrollo del proyecto, las cifras anteriores muestran que sí hay demanda y que es posible inducir por lo menos de 0 a 15 % del total para que compren un lote o vivienda en el fraccionamiento, siempre y cuando éstos sean lo suficientemente "atractivos" y satisfagan las "expectativas" de mejoramiento de estas familias. Como se describió anteriormente, una parte del éxito del proyecto estriba en que el diseñador utilice su talento para crear pro-

ductos que capturen ese sentimiento o expectativa. (Nota: En este nivel programático se deben proponer los conceptos de desarrollo urbano para discutir y evaluar si éstos serán "atractivos" a la demanda.)

Condicionantes

El terreno denominado "La Cañada", en donde se ha desarrollado el proyecto urbano que se ejemplifica al final de cada capítulo, se localiza en una ladera boscosa, a 2 km de la ciudad, en una zona aún sin urbanizar. El plan maestro de la ciudad propone que su crecimiento futuro sea hacia las laderas (hacia donde está el terreno) dejando las partes planas fértiles para usos agropecuarios y de recarga de acuíferos. El plan maestro propone que la zona donde está el terreno sea habitacional de baja densidad, tipo residencial (menos de 150 hab./ha).

La única restricción sobre el terreno es un cauce de agua y un estanque que lo divide en dos partes que lo atraviesa por la mitad; por tanto, deberá observarse un derecho de vía federal de 5 m a cada lado del cauce y 20 m alrededor del estanque. El plan maestro contempla que la carretera existente que sale de la ciudad y pasa a un lado del terreno sea vialidad primaria con un derecho de vía de 22 m (por tanto, descontando restricciones, la superficie total del terreno de "La Cañada" es de 27.62 ha).

Por localizarse alejado de la red de infraestructura urbana, hay que perforar un pozo para el abastecimiento de agua (del cual se ha obtenido el respectivo permiso) y las aguas negras hay que conducirlas por un emisor hasta el punto de descarga (pendiente abajo) con la red de alcantarillado existente.

Salvadas estas condicionantes, la totalidad del terreno es susceptible de ser aprovechado para el desarrollo urbano, dado que tiene pendientes suaves, con suelo apto para urbanización y vegetación de pastizal en la parte baja, y boscosa en la parte alta. (En su oportunidad se llevará a cabo el análisis del sitio para racionalizar el potencial de desarrollo del terreno y ubicar cada actividad en el lugar más apropiado, *véase* cap. 5.)

Los parámetros

En la tabla "Lineamientos programáticos" se presentan cinco alternativas típicas que exploran el potencial que el terreno tiene para desarrollarse, siendo cada una representativa de un tipo de producto urbano, de un criterio de aprovechamiento del suelo, de una modalidad de comercialización, de un beneficio social, de una forma de financiamiento y de una rentabilidad.

Con objeto de hacer más clara la comparación entre alternativas, se han aplicado los mismos precios unitarios de la urbanización y construcción, así como iguales precios de venta para los productos terminados (primera columna de la tabla).

Aunque los usos del suelo habitacional son iguales en todos los casos, lo que varía entre las alternativas es la intensidad de uso del suelo (viviendas/ha o personas/ha), lo cual origina que el tipo de desarrollo urbano sea diferente para cada una. En términos generales, se observa en la tabla que a menor intensidad de uso del suelo (como en lotificación convencional) la superficie destinada a la vialidad tiende a ser mayor (25%), mientras que la superficie vendible tiende a mantenerse reducida (60%). Conforme se intensifica el uso del suelo, se reduce la superficie vial e incrementa la superficie vendible (alternativas 2 a 4), hasta que se llega a un límite de eficiencia en aprovechamiento del suelo (alternativa 5) en la que se minimiza a 15% la vialidad y se maximiza hasta 70% la superficie vendible. En todas las alternativas se mantiene constante en 15% la superficie destinada a donación para equipamiento urbano o municipal.

Cabe aclarar que estas intensidades responden en promedio a lotes de 200 m^2 y viviendas de 80 m^2 (tipo VIS-A), por lo que si se diera el caso de captar otro segmento de mercado con lotes y viviendas más chicas daría mayor intensidad de uso por hectárea, o por el contrario, con lotes o viviendas mayores daría menor intensidad de uso por hectárea.

El número de productos que se pueden ofertar varía en cada alternativa, desde la mínima de 730 lotes en el primer caso y 1380 viviendas dúplex en el segundo caso, hasta 2760 viviendas y 3450 viviendas en condominio en las dos últimas alternativas. Dado que el número de posibles residentes varía con cada alternativa, entonces la proporción de superficie destinada a equipamiento, juegos y plaza central también, haciendo que éstos se incrementen según aumenta el número de viviendas (*véase* tabla "Lineamientos programáticos").

La superficie vendible se divide en la destinada a venta habitacional y comercial. Aunque la superficie vendible aumenta conforme se incrementa la intensidad de uso del suelo, la proporción de venta habitacional tiende a decrecer mientras que la venta de locales y

Lineamientos programáticos para el desarrollo urbano del terreno "La Cañada"*

Tipo de producto		Lotes de 200 m²		Viviendas dúplex		Viviendas en edificio de tres niveles		Viviendas en edificio de cuatro niveles		Viviendas en edificio de cinco niveles	
Densidad		25-150 viv./ha		50-300 viv./ha		75-400 viv./ha		100-550 viv./ha		125-700 viv./ha	
Concepto de desarrollo		Lotificación en parrilla y cluster		Condominio horizontal y andador		Condominio vertical		Condominio vertical		Condominio vertical	
	$/m² (miles)	m²	$ (millones)	m²	$ (millones)	m²	$ (millones)	m²	$ (millones)	m²	$ (millones)
I. COSTOS											
1. Terrenos en breña, descontando restricciones	0.650	276 186	179 520.9	276 186	179 520.9	276 186	179 520.9	276 186	179 520.9	276 186	179 520.9
2. Vialidad		25%		22.5%		20%		17.5%		15%	
a) Urbanización de vialidad	3250	69 047	224 402.8	62 142	201 961.5	55 237	179 520.3	48 333	157 082.3	41 428	134 641.0
b) Cajones de estacionamiento de 25 m²	3250	–	–	34 500	112 125.0	51 750	168 187.5	69 000	224 250.0	86 250	280 312.5
3. Vivienda		60%		62.5%		65%		67.5%		70%	
a) Superficie vendible habitacional		169 949 (59%)		172 616 (61%)		179 521 (2%)		186 426 (65%)		193 330 (67%)	
– Número de lotes de 200 m²		814		–		–		–		–	
– Ajuste por lotes irregulares (−10%)		730		–		–		–		–	
– Número de viviendas VIS-A de 75 m²		–	–	1 380		2 070		2 760		3 450	
– Superficie construible de viviendas	12 150			103 500	1 257 525.0	155 250	1 886 287.5	207 000	2 515 050.0	258 750	3 143 812.5
b) Superficie vendible comercial		2762(1%)		4143(1.5%)		5524(2%)		6905(2.5%)		8286(3%)	
– Locales comerciales (35%)	12 150	968	11 761.2	1 450	17617.5	1 933	24 486.0	2 417	29 366.6	2 900	35 235.0
4. Equipamiento		15%		15%		15%		15%		15%	
Superficie total		41 428		41 428		41 428		41 428		41 428	
– Escuelas	–	5000	–	7 500	–	10 000	–	12 500	–	12 500	–
– Juegos	1500	1500	2 250.0	2 000	3 000.0	2 500	3 750.0	3000	4 500	3 500	5 250
– Plaza central	2000	2000	4 000.0	2 600	5 000.0	3 500	7 000.0	4 500	9 000	5 550	11 000
– Áreas verdes	0.500	32 928	16 464.0	29 428	14 732.0	25 428	12 866.0	21 428	10 714	17 428	8714.0
Subtotal			438 398.9		1 791 481.9		2 460 618.2		3 129 483.8		3 798 485.9
II. INGRESOS											
1. Lotes urbanizados	3650	162 949	594 763.9	–	–	–	–	–	–	–	–
2. Viviendas VIS-A, incluyendo terreno urbanizado	1302	–	–	1 380	1 796 760.0	2 070	2 695 140.0	2 760	3 593 520.0	3 450	4 491 900.0
3. Cajones de estacionamiento	133	–	–	1 380	183 540.0	2 070	245 310.0	2 760	367 080.0	3 450	458 850.0
4. Locales comerciales	20.0	968	19 360.0	1 450	29 000.0	1 933	38 660.0	2417	48 340.0	2 900	58 000.0
5. Lotes comerciales	7.25	1794	13 006.5	2 693	19 524.3	3 591	26 034.8	4488	32 538.0	5 386	39 048.5
Subtotal			627 130.4		2 028 824.3		3 035 144.8		4 041 478.0		5 047 798.5
Diferencia (utilidad)			+188 731.5		+234 342.4		+574 526.6		911 884.2		1 249 312.6
Periodo de construcción		10 meses		20 meses		30 meses		40 meses		50 meses	
Utilidad contra inversión inicial (terreno en breña)		1.0		1.5		3.0		5.0		7.0	
Tasa mensual de recuperación		10.0%		7.5%		10.0%		12.5%		14.0%	

*Febrero de 1983.

lotes comerciales tiende a aumentar. La razón es que al haber mayor mercado cautivo dentro del proyecto, conforme se intensifica el uso del suelo, la demanda por comercios y servicios será mayor, y dado que es más redituable económicamente (por metro cuadrado) la venta de terreno para usos comerciales que para usos habitacionales, entonces ello ayuda a mejorar la rentabilidad del proyecto al buscar capitalizar la demanda por comercios, sacrificando algo de la superficie destinada a vivienda. En la tabla se observa que la superficie vendible comercial se va incrementando 0.5% en cada alternativa (1.0% en la primera a 3.0% en la quinta), lo que significa un aumento aproximado de 1500 m^2 de terreno comercial en cada alternativa. Del total de superficie comercial se consideró que 35% debía ofrecerse como locales para comercios de primera necesidad en torno a la plaza central, con la intención de consolidar desde el comienzo un núcleo de actividades que ayudaran a fomentar la imagen del proyecto; 65% restante se pensó que podía ofrecerse como lotes para comercios más grandes.

Por último, en relación con la vialidad, el porcentaje mencionado en párrafos anteriores se refiere a las vías de circulación y no a cajones de estacionamiento, que han sido cuantificados aparte, porque son objeto de venta. En la primera alternativa es una lotificación en la que no se requieren cajones ya que al tener cada lote acceso de una calle, los automóviles pueden estacionarse dentro del lote o en la misma calle. Pero en las otras alternativas, se propone un desarrollo vertical en el que los vehículos necesariamente deben dejarse en playas de estacionamiento diseñadas por cada grupo de edificios, a las cuales se pintan cajones y se venden conjuntamente con la vivienda. Dado que usualmente los reglamentos para conjuntos habitacionales estipulan un cajón de estacionamiento por vivienda, de esta manera es posible sacarle ventaja a esta disposición vendiendo el cajón, con lo cual se agrega otra fuente de ingresos a la promoción urbana.

En lo que respecta al renglón de ingresos, se observa que los lotes urbanizados tienen un precio de venta muy conservador, es decir, de 50% más de lo que costó el terreno en breña más su urbanización. La idea es obtener ganancias razonables con su venta, ya que si están a buen precio, éstos se venderán rápidamente (un año), recuperando con ello la inversión inicial (terreno) más unas utilidades razonables. Las utilidades se podrán destinar entonces al desarrollo de otro fraccionamiento, en el entendido de que a mayor rotación de capital, la tasa de ganancia será cada vez mayor. Sin embargo, existe otro criterio opuesto que se utiliza con mucha frecuencia, en el que en vez de vender los lotes a precio razonable, éstos se venden al mayor precio posible (especulativo) tratando de obtener con cada venta el mayor margen de ganancias, aunque ello signifique vender la totalidad de lotes en varios años, disminuyendo con ello la posibilidad de desarrollar otros fraccionamientos a corto plazo. La selección de criterios evidentemente depende del promotor; de si tiene otros terrenos de reserva para futuros desarrollos o no; de si tiene un mercado dispuesto a comprar a corto plazo o si es un mercado lento que hay que estimular continuamente con publicidad; de si tiene equipo competente de vendedores o no, y demás consideraciones. Con frecuencia se dan casos en que se combinan ambos criterios, empezando con el primero para crear una imagen de éxito, para después aplicar el segundo criterio para capitalizar la plusvalía que se generó con las primeras.

Los precios tope de las viviendas VIS-A y sus respectivos cajones de estacionamiento son fijados mensualmente por FOVI-FOGA del Banco de México, e incluyendo el costo de urbanización, costo de construcción de las viviendas, indirectos del promotor, costos financieros y las utilidades. Aquí el procedimiento es inverso al del mercado libre, en el que se busca maximizar ganancias aumentando los precios de venta que el mercado soporte. En cambio, con precios tope de venta, el promotor debe ser eficiente para urbanizar y construir, y aún obtener utilidades de estas actividades, vendiendo sus productos dentro de los límites establecidos.

En los locales y lotes comerciales se aplica el criterio de mercado libre. En ellos se busca maximizar las utilidades vendiendo a precios razonables a corto plazo, vendiendo caro (especulativo) a mediano o largo plazos, o una combinación de ambos. Excepto por los precios tope, que son oficiales, los precios de venta del mercado que aparecen en la tabla "Lineamientos programáticos" son estimados, por lo que pueden variar, mejorando o reduciendo la rentabilidad de cada alternativa.

Como se aprecia en la tabla y en la descripción anterior, todo proyecto urbano, aunque sea de interés social (como la construcción de vivienda VIS-A), debe arrojar utilidades al promotor. La pregunta que surge es ¿en qué proporción? Realmente cada proyecto urbano es único. Son únicos el terreno, las modalidades de financiamiento y las demás características técnicas. De aquí que al comparar su rentabilidad con la tasa de rendimiento finan-

cierto prevaleciente, el promotor debe estimar si la mejor opción es vender su terreno y meter el capital como inversión a plazo fijo, o bien, si es más redituable tomar el riesgo y desarrollarlo. En vista de que los bienes raíces son negocios muy seguros (más en un país con tal crecimiento demográfico en el que la demanda siempre excederá por mucho a la oferta), los promotores se inclinan generalmente por el segundo camino.

De los comentarios anteriores surgen dos reflexiones que son la regla de oro del desarollo urbano: la primera es que cada metro cuadrado de terreno cuenta, sea porque ocasiona un costo (como en vialidad) o un ingreso (como áreas vendibles). Si la rentabilidad del proyecto se relaciona estrechamente con la contabilidad en el aprovechamiento del suelo, entonces se debe buscar minimizar áreas de costos y maximizar áreas productivas. Una forma de lograrlo es con calidad de diseño y utilizando los conceptos apropiados. Otra manera complementaria de obtenerlo es mejorando el rendimiento del proyecto, buscando hasta donde sea posible intensificar los usos del suelo. La segunda reflexión que surge es que el diseñador debe buscar diversificar las fuentes de ingresos del proyecto para darle flexibilidad al promotor, con el fin de que pueda comercializar los productos de la manera más conveniente, para sacarle provecho a las variaciones del mercado, permitiéndole regular su oferta y mantener lo más alto posible el valor de sus productos, es decir, si hay exceso de oferta dentro del mercado, el promotor debe tener la posibilidad de restringir su oferta para evitar abaratar sus productos, o por el contrario, si el promotor tiene un control sobre el mercado, puede abrir su oferta sabiendo que sus productos conservarán su valor.

Las alternativas

Definir un lineamiento, significa determinar un curso de acción sobre varias alternativas comparables entre sí. El objeto de explorar alternativas antes de seleccionar la conveniente es negociar preliminarmente con el municipio el tipo de desarrollo, las densidades y los volúmenes de servicio requeridos, así como estimar el monto de recursos financieros que tiene que conseguir el promotor para impulsar el proyecto hasta su realización. De este modo, antes de trazar siquiera una línea en el papel, el diseñador ayuda a conciliar los intereses del promotor con las determinantes y condicionantes específicas a las que está sujeto cada proyecto urbano. En la medida que la información utilizada de precios unitarios y precios de venta sea realista, y los porcentajes de usos del suelo sean razonables, el ejercicio de plantear alternativas será confiable y útil para la toma general de decisiones.

A reserva de que el lector consulte en detalle la tabla anterior para derivar sus propias conclusiones sobre el aprovechamiento del terreno y su efecto en la rentabilidad del proyecto, se puede anticipar que la primera alternativa (lotificación convencional) tiene el más bajo aprovechamiento del suelo con el mayor porcentaje destinado a vialidad. Aunque las autoridades municipales fijaron en 150 hab./ha la densidad máxima para el terreno de "La Cañada" (densidad normal para una lotificación), el promotor siempre busca mejorar el aprovechamiento de su terreno para aumentar su margen de utilidades.

Las alternativas con viviendas en edificios de cuatro y cinco niveles son evidentemente las más eficientes en términos de intensidad de usos del suelo, en consecuencia son las que procuran mayor rendimiento económico. Por estos motivos, el promotor trataría de desarrollarlas, sólo que en el caso del terreno "La Cañada" hay un serio obstáculo: el mercado. Como el terreno está alejado de la ciudad, si se planean viviendas en edificios, los compradores no van a encontrar atractivo trasladarse hasta ahí para vivir como viven en la ciudad, es decir, que estas alternativas no sastisfarían sus "expectativas" de mejoramiento, o sea, de ofrecer un ambiente mejor que en el que viven actualmente. De aquí que si se persistiera en desarrollar estas alternativas se correría el riesgo de no vender lo que se produzca o al ritmo que se produzca. Por esta razón, es más recomendable aplicar estas alternativas en terrenos ubicados dentro de la ciudad, en donde el mercado está acostumbrado y acepta desarrollos verticales.

De aquí que las alternativas 4 y 5 quedan descartadas por ser poco atractivas al mercado, lo cual conduce a que nuestra atención se centre sobre las primeras tres alternativas. También se observa que la alternativa 2 es la menos rentable de todas, dado que requiere mucha longitud vial e infraestructura para la baja intensidad de uso del terreno, razón por la cual también queda descartada. La decisión entonces se centra entre las alternativas 1 y 3, que ofrecen rendimientos económicos similares al promotor. En la alternativa 3 hay que construir 2100 viviendas y, dado que las viviendas están sujetas a precio tope de venta, se requiere eficiencia organizativa y administrativa para hacer

que la operación sea rentable, puesto que cualquier ineficiencia iría en contra de las ganancias del promotor. En cambio, la primera alternativa sólo plantea urbanizar el terreno y no requiere mayor eficiencia en la operación, ya que los lotes se venden a precios del mercado y pueden incrementar su precio según la ley de la oferta y la demanda. Si el promotor fuera constructor, sin duda preferiría la tercera alternativa, ya que tiene el personal y equipo para llevarla a cabo; en tanto que si el promotor sólo es el propietario del terreno y tiene que contratar a un constructor, sin duda decidiría la primera alternativa. En todo caso, las autoridades municipales únicamente autorizan una baja densidad para la zona en donde se encuentra el terreno de "La Cañada" y sólo conceden un volumen de servicio para satisfacer esta densidad. Con esta limitación, se decide sobre la primera alternativa, que es además la que menos riesgo e inversión requiere de todas y la que potencialmente puede ofrecer mejores rendimientos si se llega a especular con los lotes urbanizados. Es con base en los parámetros de esta primera alternativa que se elaboró el programa urbano que sirvió para diseñar el fraccionamiento "La Cañada", que se utiliza como ejemplo en el presente manual.

Finalmente, cabe advertir que aunque aquí se presentaron cinco alternativas de lineamientos programáticos como las más representativas del desarrollo urbano, en caso de necesitarlo, el diseño podrá también explorar alternativas intermedias o combinaciones entre ellas, las cuales podrán ofrecer un sinnúmero de posibilidades de rendimiento del terreno y rentabilidad del proyecto. En términos generales, con la aprobación preliminar del municipio de surtir determinado volumen de servicios para determinada densidad y la aceptación del cliente (promotor) de los parámetros financieros del proyecto, es como queda definido el lineamiento programático que debe seguir el proyecto urbano sobre el terreno de "La Cañada". Con este lineamiento también se definieron el tipo de producto (por el segmento de mercado), el volumen de productos (por la demanda a corto plazo), su costo de producción (por los precios de venta) y el tipo de equipamiento (por la cantidad de personas que ahí vivirán).

PROGRAMA URBANO

Definido el lineamiento general del proyecto se sientan las bases para fijar con mayor detalle los parámetros cuantitativos (superficie y costo) sobre los cuales se debe normar el diseño del fraccionamiento o conjunto. Al igual que en los lineamientos programáticos, el ejercicio de realizar el programa para un proyecto urbano consiste en generar información para tomar decisiones, *a priori*, y evitar irracionalidades durante el proceso de diseño urbano.

En los lineamientos programáticos se consideraron, en términos generales, diversos conceptos de desarrollo urbano y una vez que se definió el lineamiento que debe regir el proyecto urbano se definió implícitamente el concepto general de desarrollo urbano. Si bien en el siguiente inciso se describen con mayor detalle algunos conceptos básicos de diseño urbano para que en su oportunidad el diseñador los considere con mayor detalle para su proyecto, en la formulación del programa urbano se deben tomar inicialmente decisiones con respecto a las estrategias generales que se pueden emplear para realizar el proyecto.

Del lineamiento seleccionado (primera alternativa) se decidió que por encontrarse alejado de la ciudad, el atractivo para atraer compradores era ofrecer lotes a precios razonables. Ello descartó la construcción de viviendas unifamiliares y dúplex, por ser de bajo rendimiento para este segmento del mercado, y también las viviendas en edificios de varios niveles, que son poco atractivas para los compradores. Conociendo que el mercado para este producto es conservador, es decir, que difícilmente acepta nuevas ideas (o el hacer que las acepten implicaría un esfuerzo publicitario enorme), con objeto de asegurar que los productos se vendan fácilmente se decidió que debía diseñarse una lotificación convencional abriendo la posibilidad de que éstas también ofrezcan *clusters* o privadas (calles cerradas con retornos al extremo).

El promotor consideró que el proyecto urbano sobre el terreno "La Cañada" debía diseñarse para ser desarrollado por etapas, a manera de que le ofreciera la mayor flexibilidad para su realización y comercialización. Por encontrarse "La Cañada" alejada de la ciudad, se pensó que la primera etapa era la decisiva para el éxito del proyecto. Es la etapa en la que hay que crear una imagen sólida del proyecto para generar una masa crítica de demanda que lo compre. Consecuentemente, en esa etapa hay que construir la mayoría de vialidad e infraestructura para que los compradores vean realidades y no ideas sobre papel. Asegurando la venta de la primera etapa, las demás etapas podrían desarrollarse posteriormente acorde con la demanda. Con base en este razonamiento se decidió que la estrategia de realización debía ser desarrollar 50% del fraccionamiento

y venderlo a precios razonables para estimular la demanda. Se dividió el resto del proyecto en dos etapas similares (de 25% cada una), las cuales debían captar toda la plusvalía que va a generar la primera etapa, de modo que de éstas deriven las mayores utilidades posibles. Naturalmente que el desarrollo de la segunda y tercera etapas dependerá de la disposición del mercado de pagar los precios que se soliciten.

Para reforzar la estrategia de realización, se decidió que la primera etapa se debía localizar físicamente en la parte más atractiva del terreno, aquella que tiene el cauce de agua, estanque y que es sensiblemente plana. Las dos etapas posteriores debían localizarse en partes con mayor pendiente y más alejadas del atractivo natural del terreno (*véase* cap. 5). Se consideró también que es indispensable dentro de esta etapa construir un pequeño centro comercial, ya que como el terreno está alejado de la ciudad, hay que facilitar las compras de primera necesidad de las familias, pues de otro modo tendrían que ir a comprar sus víveres hasta la ciudad y ello sería un discentivo para que se vendiera la primera etapa. También se pensó que este centro comercial estuviera estratégicamente localizado para facilitar el acceso de los nuevos residentes y además para que éste sirviera como un lugar de reunión o encuentro casual que ayudara a los residentes a relacionarse entre sí. Finalmente, se consideró que en esta etapa era necesario mejorar la carretera de acceso (futura avenida primaria dentro del plan maestro de la ciudad) para facilitar la afluencia de la ciudad a "La Cañada", adaptándola como arteria urbana al menos en todo el frente del fraccionamiento, con lo cual se logra buena vista a la llegada.

Con esta estrategia general de comercialización se estructuró el programa urbano (tabla "Parámetros físicos") basado en el lineamiento programático seleccionado en la tabla "Lineamientos programáticos". El programa urbano determina con claridad los parámetros físicos dentro de los que se debe diseñar el fraccionamiento. El programa debe ser discutido y, en su caso, ajustado, modificado y finalmente aprobado por el cliente, ya que dicho programa es el documento que resume todas las decisiones generales importantes con respecto al desarrollo del proyecto urbano: usos del suelo, intensidad de usos del suelo, tipo de producto, cantidad de productos, estrategias de realización y de comercialización y rentabilidad general. Al realizar el programa urbano, se recomienda que sólo se incorpore la información básica y relevante, y se descarte el detalle, puesto que ello puede entorpecer y hacer más laboriosa la tarea posterior del diseño.

Complementario al programa urbano es necesario contar con sus parámetros financieros, con objeto de discutir con el promotor si el monto de inversión requerida para cada etapa es de su conveniencia, así como si la rentabilidad que producen es la esperada. Para la elaboración de estos parámetros financieros se utilizan los datos del programa urbano a los que se les aplican los mismos precios unitarios que aparecen en la tabla "Lineamientos programáticos". La regla básica es que cada etapa debe ser rentable en sí misma y debe evitarse sacrificar las utilidades que una etapa puede generar para posponerlas a otras etapas con el fin de ganar más, ya que es un riesgo innecesario, pues en caso de que por cualquier causa tenga que suspenderse la construcción, el promotor puede perderlo todo. El proyecto urbano debe estar concebido y diseñado para que sea productivo económicamente, y ofrezca márgenes de seguridad dentro de los cuales sea visible desarrollarlo con un mínimo riesgo.

En la tabla de "Parámetros financieros" se contabiliza para cada etapa el monto de inversión y de ingresos, así como la rentabilidad probable. Se observa que de acuerdo con la estrategia establecida la primera etapa es la que demanda mayor inversión y en la que hay que realizar el grueso de la urbanización y demás obras que no tienen recuperación, como la construcción de la plaza, de las canchas y de las áreas verdes. Aunque es la etapa más apretada, es posible obtener utilidades muy razonables. Más aún, con las utilidades que se obtienen de esta etapa es posible urbanizar la segunda y con las ganancias de la segunda se puede urbanizar la tercera etapa. De este modo, el promotor sólo tiene que preocuparse por procurar financiamiento para la urbanización de la primera etapa. Como la urbanización de las etapas 2 y 3 es mínima, las utilidades que generan son comparativamente cuatro veces mayores que las que se produjeron en la primera etapa. Ello pone en evidencia la importancia de comercializar bien la primera etapa para garantizar el éxito de las siguientes.

Vale la pena insistir en que cada proyecto urbano requiere una apropiada estrategia de realización de acuerdo con su localización dentro de la ciudad, vías de comunicación, redes de infraestructura y demás factores externos que hay que conciliar en el proyecto para que sea un éxito. Por ejemplo, si el terreno de "La Cañada" ya estuviera en la periferia inmediata de la ciudad, la estrategia de comercialización hubiera sido diferente y consecuentemente el diseño del fraccionamiento. Aunque

Parámetros físicos*

		Total		Etapa I		Etapa II		Etapa III	
		m²	*Porcentaje*	m²	*Porcentaje*	m²	*Porcentaje*	m²	*Porcentaje*
I. VIALIDAD									
	Primaria (acceso)	11 000	4.0	11 000					
	Secundaria (circ. distribución)	22 000	8.0	22 000					
	Locales (penetración)	36 047	13.0	12 047		12 000		12 000	
	Estacionamiento público								
	Subtotal	69 047	25.0	45 047	16.4	12 000	4.3	12 000	4.3
II. OFERTA									
LOTES	Regulares de 200 m²	132 000	(660 lotes)	66 000	(330 lotes)	33 000	(165 lotes)	33 000	(165 lotes)
	Residenciales irregulares (10%)	30 949	(70 lotes)	14 949	(34 lotes)	8 000	(18 lotes)	8 000	(18 lotes)
LOCALES COMERCIALES	Chico 50 m²	968	(20 locales)	968	(20 locales)				
	Mediano 100 m²	–	–	–	–				
LOTES COMERCIALES	Chico 200-300 m²	1 794	(6 locales)	1 794	(6 locales)				
	Mediano 300-500 m²	–	–	–	–				
	Subtotal	165 711	60	83 711	30.4	41 000	14.8	41 000	14.8
III. EQUIPAMIENTO[1]									
EDUCATIVO	Jardín de niños	1 500	(6 aulas)	(5 000)	(4 aulas)		(1 aula)		(1 aula)
	Primaria	3 500	(12 aulas)		(6 aulas)		(3 aulas)		(3 aulas)
	Secundaria	–							
RECREATIVO	Canchas y juegos	1 500		1 500					
	Plaza comercial	2 000		2 000					
	Áreas verdes	32 928		12 928		10 000		10 000	
	Centro social	(750)							
	Centro asistencial	(200)							
	Centro cultural	(350)							
SOCIAL ASISTENCIAL[2]	Capilla	(150)							
	Caseta de vigilancia[3]	–							
	Caseta de parada de autobús[3]	–							
	Caseta de taxis[3]	–							
	Subtotal	41 428	15	16 428	5.8	(10 000)		(10 000)	
	TOTAL	276 186	100	150 186 (145 186)	52.6	63 000		63 000	

*Programa urbano para el fraccionamiento "La Cañada". Este programa se derivó de la primera alternativa de lineamientos programativos. Obsérvese la congruencia que guarda con el proyecto urbano y sus áreas, ilustrado en los planos de los capítulos 7, 8 y 9.

[1]El área de equipamiento no es para venta, sino que se cede (por reglamento) para el desarrollo de la comunidad y, por tanto, el financiamento de sus obras debe provenir de fondos de la comunidad o del apoyo gubernamental. El promotor sólo construirá las canchas, la plaza comercial y una parte de las áreas verdes para darle atractivo al fraccionamiento. El resto del equipamiento queda como lotes urbanizados, de aquí que no cuadren las sumas de los totales.

[2]Este equipamiento debe localizarse cerca del centro comercial (lotes, locales y plaza) sobre la superficie destinada a las áreas verdes.

[3]Sobre las banquetas o sobre la plaza.

Parámetros financieros*

	Precios unitarios $/m² *(miles)*	*Total (millones)*	Etapa I		Etapa II		Etapa III	
			m²	$ *(millones)*	m²	$ *(millones)*	m²	$ *(millones)*
I. COSTOS								
a) Terreno en breña, descontando restricciones (276 186 ha)	0.650	179 520.9	150 186	97 620.9	63 000	40 350.0	63 000	40 960.0
b) Vialidad (25%) –Urbanización (69 047 m²)	3 250	224 402.8	45 047	146 402.8	12 000	39 000.0	12 000	39 000.0
c) Construcción de locales (968 m²)	12 150	11 761.2	968	11 761.2				
d) Equipamiento								
– Canchas (1500 m²)	1 500	2 250.0	1 500	2 250.0				
– Plaza (2000 m²)	2 000	4 000.0	2 000	4 000.0				
– Áreas verdes (32 928 m²)	0.500	16 464.0	12 928[1]	6 464.0				
Total		438 398.9		268 498.9		79 950.0		79 950.0
II. INGRESOS								
1. Lotes urbanizados	3 650[2]	624 368.4	80 949	295 463.9	41 000	149 650	41 000	149 650
2. Locales comerciales	20 000	968	968	19 360.0				
3. Lotes comerciales	725	1 794	1 794	13 006.5				
Total		627 130.4		327 830.4		149 650		149 650
Ingresos-Egresos-Utilidad		+188 731.5		+59 331.5		+69 700		+69 700
Periodo de construcción		14 meses		6 meses		4 meses		4 meses
Utilidad contra inversión inicial (terreno en breña)		1.05		0.6		1.7		1.7
Tasa mensual		0.75%		10%		4.25%		4.25%

* Fraccionamiento "La Cañada" (febrero de 1983). A valor presente para facilitar la comparación entre el rendimiento económico de cada etapa. De todos modos, independientemente de los años en que tarden en desarrollarse las etapas entre sí, los costos de realización se transfieren íntegramente al precio de venta de los lotes de tal manera que el margen de utilidad se mantiene similar al que aparece en el cuadro.

[1] A diferencia de la tabla "Lineamientos programáticos" en el que se propone hermosear todas las áreas verdes, en esta alternativa sólo se realiza una parte, de aquí que no "cuadre" el costo total de realización de esta tabla con la primera.

[2] Se aplica el mismo precio de venta en todas las etapas, aunque es evidente que a las etapas II y III se les podrá agregar, a las utilidades normales, una sobretasa por la plusvalía que les generó la realización de la etapa I. De aquí que la rentabilidad probable de las etapas II y III sea mayor de lo que aparece en la tabla.

[3] El periodo de construcción se alargó al que aparece en la tabla "Lineamientos programáticos" pues se estimó que es más tardado urbanizar en varias etapas que en una sola, en donde se logra mayor eficiencia constructiva. De todos modos, de tomar más tiempo la urbanización o las ventas que se indican en la tabla, se deberán incrementar gradualmente los precios de venta de los lotes para que el margen de utilidades y la rentabilidad del proyecto se mantengan dentro de parámetros establecidos previamente.

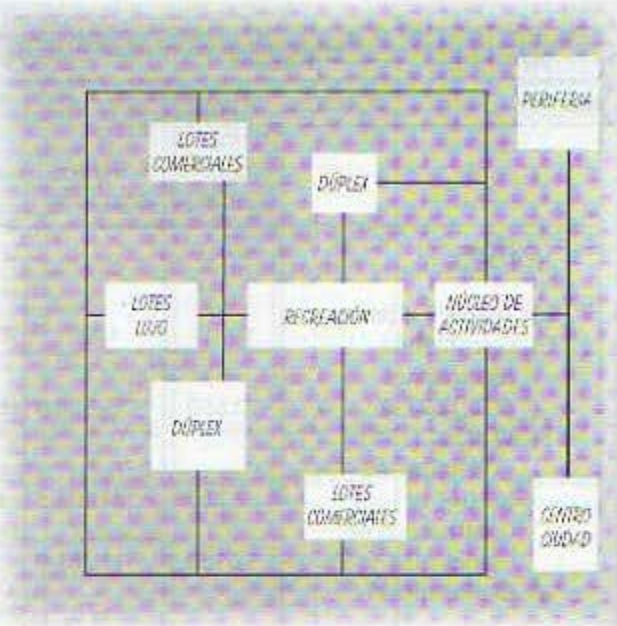
los usos del suelo hubieran sido iguales, la intensidad de usos hubiera sido mayor (*véase* tabla "Lineamientos programáticos") y la estrategia de realización hubiera sido a la inversa, es decir, desarrollar sólo una pequeña porción del terreno en una primera etapa como pretexto para dotarlo de infraestructura y con ello incrementar su valor. Por su localización céntrica, la demanda estaría asegurada, por lo que podrían desarrollarse en varias etapas pequeñas para ir capturando en cada una el valor de la plusvalía que produjo la etapa anterior.

Finalmente, cuando el proyecto urbano sea un conjunto habitacional de interés social o un fraccionamiento de bajos ingresos (o sea, una promoción del sector público), los conceptos vertidos en todo este capítulo deben aplicarse de igual modo que si fuera una promoción privada, con objeto de optimizar los limitados recursos físicos y financieros con que se cuenta. Las utilidades que estos proyectos produzcan pueden reinvertirse en el mismo proyecto, ofreciendo un paquete completo de equipamiento y servicios urbanos, o bien podrían destinarse a realizar más proyectos de vivienda para beneficiar a más sectores de población de bajos ingresos. Si cada promoción pública de vivienda generara utilidades que se reinvirtieran en otros proyectos que arrojaran más utilidades todavía, y así sucesivamente, la labor del Estado en resolver los problemas habitacionales de la población de escasos recursos se incrementaría con el tiempo, y no como sucede en la actualidad, en que la ineficiencia de estos proyectos habitacionales descapitaliza a los organismos públicos de vivienda, los que comparativamente tienen que invertir más para producir menos viviendas (proceso inverso), aunque siempre justificando sus acciones por el beneficio social que generan.

CONCEPTOS DE DISEÑO

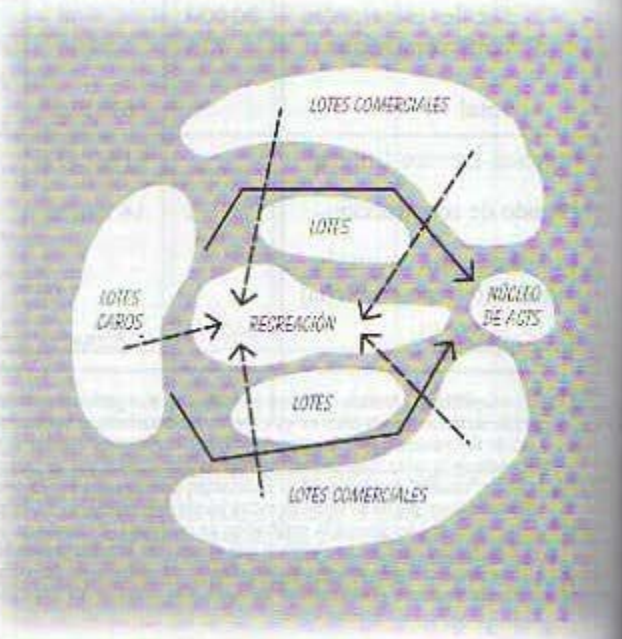
Definido el programa urbano, se procede al análisis de actividades urbanas (cap. 2) bajo condicionantes específicas del terreno (caps. 4 y 5), para de ahí fundamentar los conceptos básicos de diseño. Si bien metodológicamente los conceptos de diseño surgen de los análisis preliminares, por afinidad temática se optó por presentarlos en este primer capítulo, advirtiéndole al lector que los consulte una vez que haya concluido todos los análisis preliminares del proyecto (primera parte del manual).

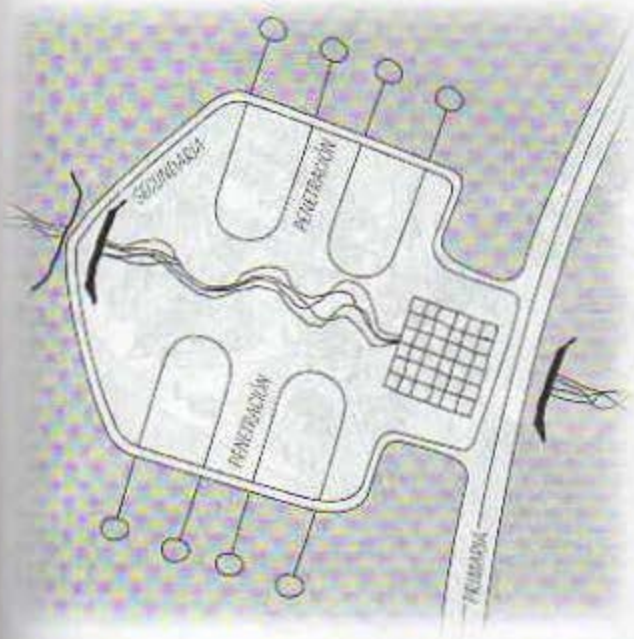
Los conceptos son una abstracción de la realidad, una propuesta teórica o una idea de cómo se deben re-



Fraccionamiento "La Cañada". Concepto general de organización de actividades en que se muestra la intensidad de relación entre las distintas actividades del fraccionamiento. Este concepto general se relaciona con el capítulo 2.

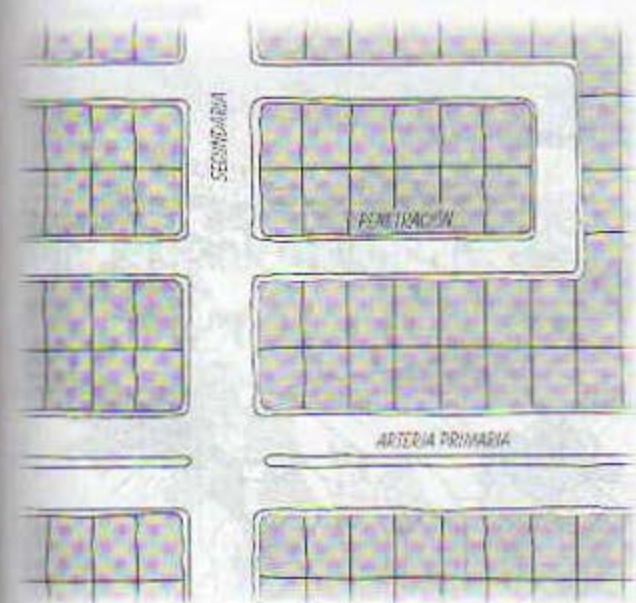
Fraccionamiento "La Cañada". Concepto de organización espacial del conjunto, basado en la adaptación del concepto general de organización de actividades a las condicionantes del terreno y el medio (derivadas de los análisis del sitio y del clima).





Fraccionamiento "La Cañada". Concepto de estructuración vial del conjunto, mediante el cual se busca dar coherencia y articulación funcional a los conceptos de organización de actividades y el espacial, a través de un sistema vial jerarquizado

Fraccionamiento "La Cañada". Concepto de jerarquía vial, de acuerdo con los requerimientos funcionales del proyecto. Es fundamental que a cada vía se le otorgue con claridad un objetivo funcional, de tal manera que el sistema de circulación sea eficiente. Esa claridad es fundamental para que los usuarios entiendan visualmente por qué tipo de vía circulan



solver los diversos aspectos de un problema urbano, los que obviamente están basados en nuestro conocimiento del problema. De aquí que no es sino hasta que se completa con los análisis preliminares que el diseñador está en posición intelectual de establecer una racionalidad para relacionar los distintos componentes del problema urbano, sobre la cual se deben basar los conceptos de solución.

Generalmente los conceptos de diseño quedan expresados en diagramas y croquis en los que de una manera abstracta se expresa la idea de diseño. Aunque el diseñador puede proponer muchos conceptos para resolver un proyecto, se recomienda que considere los siguientes.

Con base en el análisis de organización de actividades que engloba el proyecto urbano se conceptualiza la relación funcional que deben guardar las actividades entre sí y la frecuencia o intensidad de cada relación (cap. 2). El pensar en términos abstractos acerca de las distintas modalidades de agrupar actividades que son compatibles funcionalmente entre sí (como vivienda-recreación-educación-servicios) y calibrar las formas de su posible interrelación es un ejercicio que permite explorar diversas alternativas de cómo pueden integrarse funcionalmente al proyecto urbano. En la medida en que esta racionalización entre actividades sea depurada a su esencia, mejorarán las posibilidades de proponer el concepto funcional más apropiado para determinado manojo de actividades. Hay dos componentes inherentes y que integran el concepto funcional, los que hay que formular con mucha claridad. El primero se refiere a la "estructura funcional", que es la propuesta de cómo todas las actividades dadas en el programa urbano se relacionan funcionalmente, lo cual supone inicialmente el análisis de la relación entre cada par de actividad del conjunto y después la propuesta conceptual de la interrelación entre todas. La forma particular en cómo se propone la interrelación entre todas la actividades constituye la estructura funcional del proyecto. Este concepto nos orientará teóricamente acerca de la proximidad que tendrán las actividades entre sí y su localización relativa dentro del conjunto, lo cual en gran medida integra la idea semilla que el diseñador buscará sembrar y materializar en el proyecto. El segundo componente se refiere a la "jerarquía funcional", que es la propuesta de la intensidad con la que se relaciona cada par de actividades de acuerdo con su compatibilidad funcional. En los canales de comunicación o relación entre actividades se puede dar por modalidad (vehicular, peatonal, ciclista) y por grado de importancia de flujos de personas entre actividades (primer, segundo,

tercer orden). Cada modalidad de relación entre cada par de actividades se categoriza según la importancia de su flujo, teniendo cuidado de que se mantenga claridad y consistencia funcional entre estructura y jerarquía para que la propuesta sea congruente.

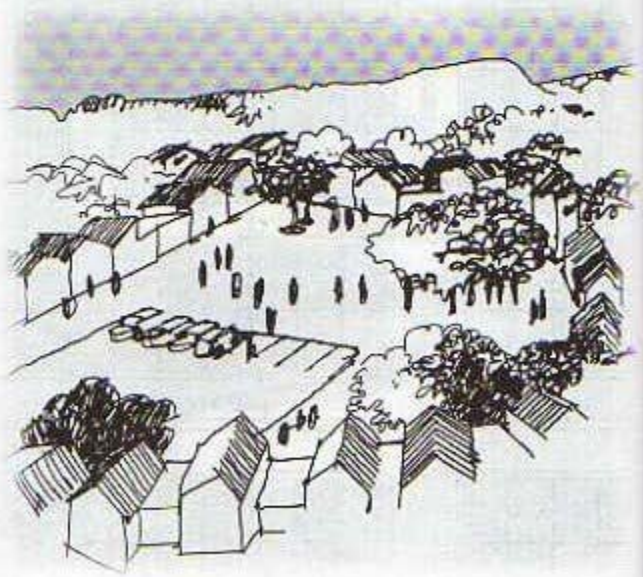
A este respecto se recomienda para integrar la estructura funcional del proyecto asociar las actividades según su grado de compatibilidad funcional. Por ejemplo, aquellas que son afines deben mantenerse próximas y estrechamente relacionadas entre sí (vivienda-recreación), en tanto que otras en las cuales no es tan importante la proximidad pueden tener relación menos estrecha (vivienda-comercios); mientras que en otras actividades, la proximidad es secundaria (recreación-comercios). En lo que se refiere a la jerarquía funcional del proyecto, se recomienda establecer una liga funcional que articule todas las actividades del proyecto y dada su importancia deben tener una jerarquía primaria. Esta arteria primaria (generalmente vehicular) tiene la función de canalizar y facilitar el flujo y los desplazamientos entre las distintas actividades dentro del proyecto, la cual por su importancia debe ser fácilmente identificable y los recorridos entre actividades deben ser definidos con claridad, así como quedar visiblemente marcadas las ligas con otras arterias de la ciudad. Otras vías de orden secundario (sean vehiculares o peatonales) tienen la función de distribuir el flujo de la arteria primaria a los puntos de destino de los recorridos (viviendas, comercios, equipamiento).

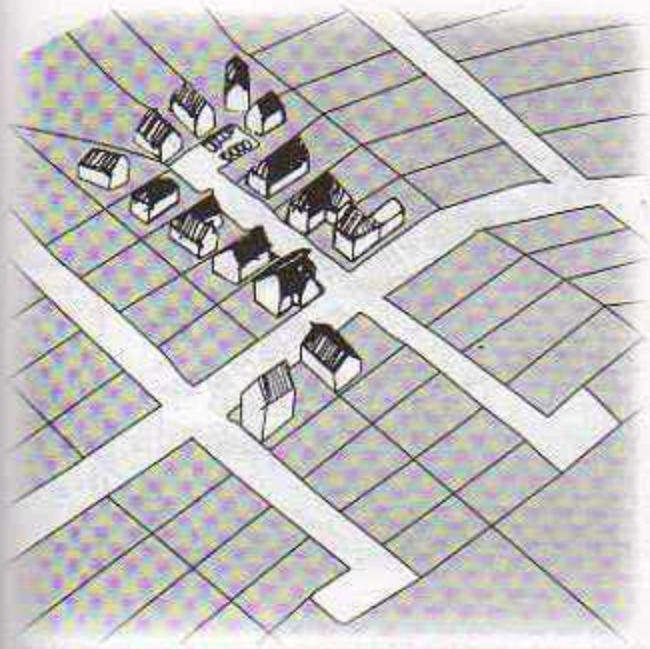
Relacionada con la organización de actividades del proyecto y con mayor detalle, se plantea el concepto de organización social en el que se formulan las modalidades en cómo se agruparán y relacionarán los futuros residentes para lograr objetivos específicos en cuanto a su desarrollo comunitario. Éste es el concepto central alrededor del cual gira todo el diseño del proyecto. El grado o nivel de interrelación social se puede (y debe) graduar dependiendo de las características socioculturales de los futuros residentes y de su necesidad de contar con un lugar con el cual identificarse. El proyectista propone el nivel de interrelación social a través de modalidades de agrupación de lotes y viviendas, de su proximidad y de sus ligas funcionales.

Para reforzar la organización funcional del proyecto, se formula complementariamente el concepto espacial que tiene por intención traducir las características que deben reunir los exteriores, para que los residentes puedan identificar con facilidad los destinos a donde quieren ir y los

Un espacio central que concentre las actividades económicas y sociales del proyecto favorece las relaciones comunitarias. Un espacio principal jerarquizado de otros espacios, dentro del proyecto, ayuda al sentido de orientación y estimula un sentido de identidad de los residentes con el lugar en que viven.

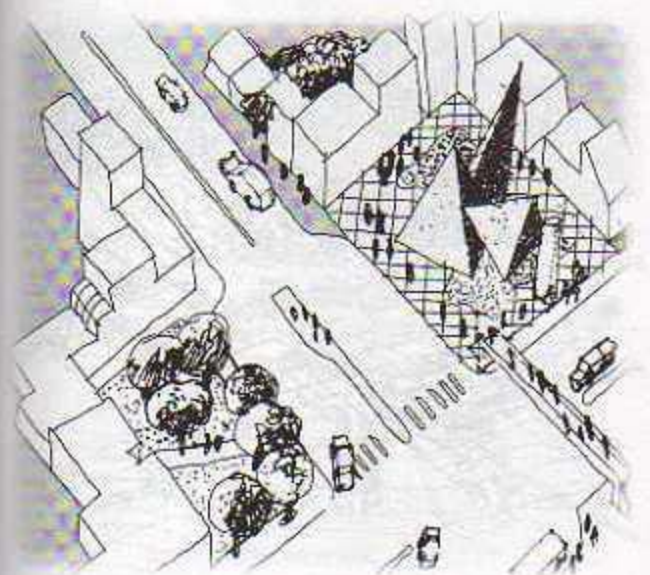
Los espacios secundarios próximos a las viviendas ayudan a que las personas que viven ahí los utilicen como extensión de su vivienda, lo que propicia el contacto entre familias y fortalece el sentido de pertenencia del barrio en que habita.





Los recorridos deben estar jerarquizados y ser visualmente claros, de modo que los residentes puedan desplazarse fácilmente dentro del conjunto. Estos recorridos deben ligar, de una manera clara, todos los orígenes con los destinos del proyecto; los espacios secundarios con el espacio principal.

Los puntos de liga entre los espacios de circulación interna del proyecto en la vialidad exterior deben merecer especial atención al diseño, pues debe haber una continuidad. Para ello se recomienda ofrecer pistas visuales (monumentos, parques, fuentes) que indiquen de una manera sutil la entrada en el proyecto, a partir de la vialidad existente.



recorridos alternativos que tienen para llegar a ellos. Por su relación con la organización funcional, el concepto espacial también está compuesto de una estructura y una jerarquía (*véase* cap. 3). Una estructura espacial consiste en el manejo de plazas, calles y áreas abiertas, las cuales al estar interrelacionadas organizan y les dan un marco espacial a las distintas actividades del proyecto, y una jerarquía que consiste en las dimensiones físicas de los espacios y su localización dentro del proyecto, que hace que unos espacios tengan más importancia que otros por su tamaño y frecuencia de uso. Con respecto a la estructuración espacial, se recomienda que los destinos principales del proyecto (en donde se concentran las actividades que atraen mayor flujo de personas) estén bien marcados espacialmente por una plaza, un jardín, una glorieta, con objeto de que el usuario pueda identificarlos con facilidad y que los recorridos entre ellos sean visualmente legibles. Con respecto a la jerarquía espacial se recomienda que por razones de claridad en el proyecto urbano se proponga un solo espacio central que concentre las principales actividades sociales, comerciales y culturales, diferenciándolo de espacios secundarios que pueden agrupar otras actividades como viviendas que atraen menor flujo de personas. Una jerarquía adecuada facilita el sentido de orientación de los usuarios dentro del proyecto y favorece la interacción de la comunidad pues concentra a residentes en ciertos espacios con objeto de que establezcan contactos visuales e interactúen en un plano personal. Resulta obvio que la estructura y jerarquía espaciales se integran como el concepto de organización del espacio.

Vale la pena aclarar que por razones de congruencia funcional, el espacio central debe estar próximo a la vía de circulación primaria, los espacios secundarios con las vías secundarias, y así sucesivamente. Para eliminar la monotonía en el manejo espacial hay que evitar repetir que los espacios sean iguales (como frecuentemente se ven en los conjuntos habitacionales del gobierno) pues crean confusión visual y desorientación con respecto a la ubicación del observador dentro del conjunto. Hay que buscar imprimirle a cada espacio características propias con objeto de hacerlos memorables que los usuarios los puedan reconocer y se identifiquen con ellos.

El concepto de *imagen* del proyecto se apoya en el manejo de los espacios descritos en párrafos anteriores, sólo que centra su atención sobre los atributos que éstos deben tener para que sean visualmente legibles y significativos. La imagen tiene el propósito de estructurar visualmente los espacios para que los observadores

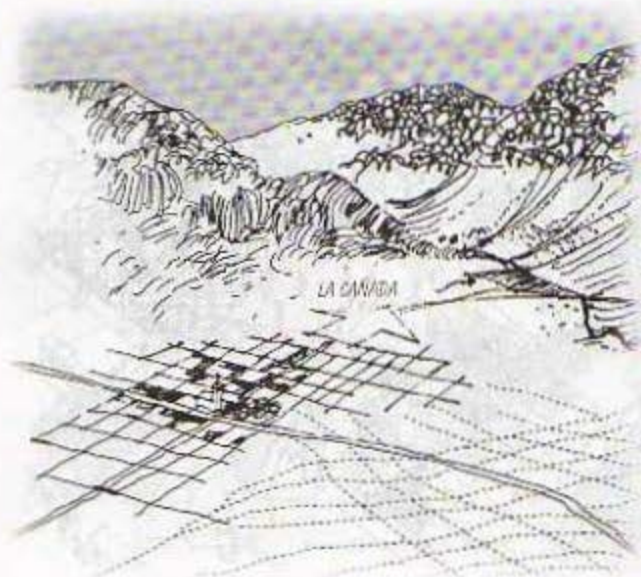
puedan incorporarlos como una referencia en el mapeo mental que se hacen del proyecto, lo cual les ayuda a orientarse, y por su contenido semiótico, los ayuda a identificarse con el lugar en que viven (*véase* cap. 3). En principio, la imagen es un juego de valores sociales, económicos y ambientales que el diseñador busca trasmitir en el proyecto, con base en el conocimiento que tiene de los valores y las expectativas del segmento de mercado para quien proyecta. En otras palabras, es la "interpretación" que el diseñador hace de los valores y las expectativas de su mercado, y la "traducción" en elementos concretos de diseño, buscando que los futuros compradores y residentes los entiendan visualmente para que se identifiquen con ellos. En la medida en que haya claridad en esta interpretación y traducción de valores, la imagen será más vigorosa y tendrá mayor impacto sobre el mercado; o sea que el proyecto será aceptado más fácilmente por el mercado y por tanto tendrá mayor éxito. Por esta razón, el concepto de imagen es fundamental en un proyecto urbano, ya que por un lado asegura su venta rápida (para beneficio del promotor) y por el otro propone ambientes urbanos con los cuales los residentes se identifican para hacer suyos, favoreciendo con ello las relaciones interpersonales y la gradual integración comunitaria.

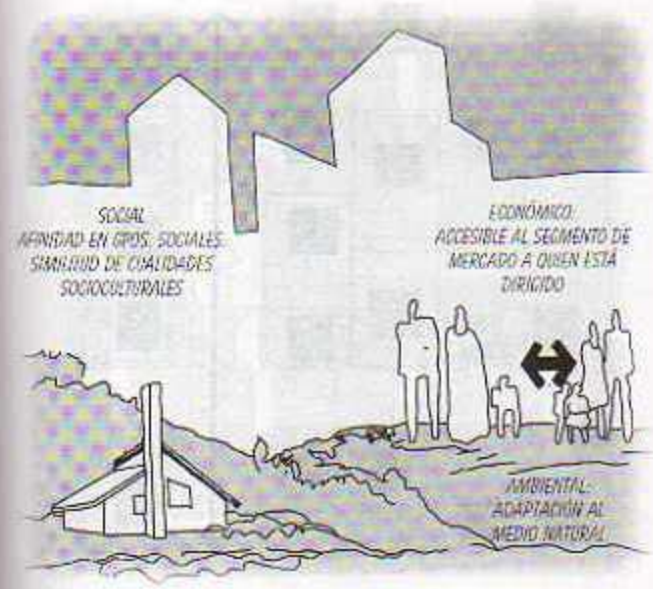
Si el proyecto urbano incluye también la realización de proyectos arquitectónicos (como en el caso de un conjunto habitacional), entonces el diseño de las edificaciones es un elemento importante en la configuración de la imagen del proyecto, por tanto habrá que poner especial atención en el diseño arquitectónico y en la forma en que se agruparán las edificaciones. A través de un análisis de configuración formal se define el carácter del proyecto, se formulan las cualidades formales y visuales que debe reunir para reforzar su imagen y organización espacial. Típicamente éstas se refieren al manejo de escala, estilo arquitectónico, proporción de volúmenes, relación de masa-vano, profundidad-sombra, textura-color, secuencias visuales, etc. Se trata de formular inicialmente las características físicas y estéticas que deben reunir las edificaciones del proyecto, para que una vez establecida la congruencia entre las cualidades de imagen y espacio del proyecto se proceda a su diseño arquitectónico, a modo de que éste quede estructurado visualmente como una unidad dentro del espacio urbano en el que estará situado.

Habiendo formulado los conceptos de funcionalidad y espacialidad-imagen-forma, que sientan las ideas

Concepto de identidad. Se debe revisar que el proyecto rescate de su medio natural o artificial (hecho por el hombre) cualidades físicoespaciales más destacadas incorporándolas en el diseño para reforzar el sentido del lugar.

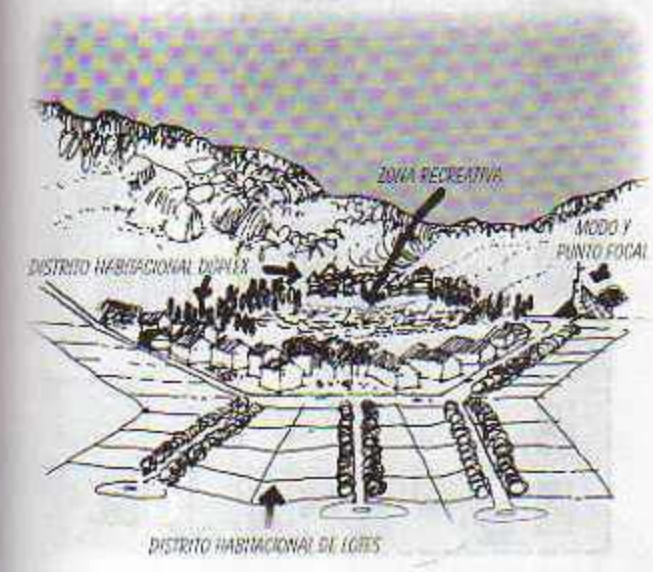
Concepto de legibilidad. El proyecto debe ser congruente con el proceso de desarrollo histórico de la ciudad. Debe respetar sus monumentos del pasado y debe integrarse a sus tendencias de crecimiento. El observador debe comprender con claridad que el proyecto está integrado funcionalmente a la estructura dinámica de la ciudad, que es un puente entre el pasado y el futuro, por lo que debe representar los valores del presente.





Concepto de significado. El proyecto debe presentar propuestas de valores económicos, sociales, culturales, ambientales y otras con las que la población pueda identificarse.

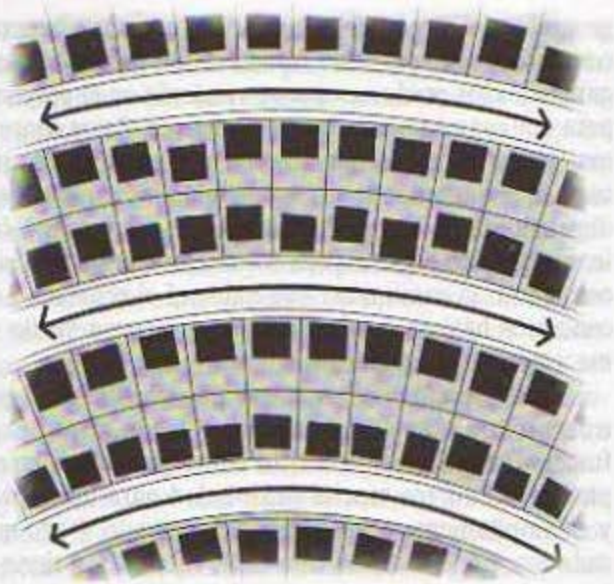
Concepto de orientación. Revisión de la estructura visual consistente en verificar que el proyecto tenga claramente definidos sus distritos, que haya claridad visual de trayectorias internas, de nodos y puntos focales. El observador debe distinguir fácilmente estos elementos visuales, los cuales le ayudan a que fabrique un mapa mental del proyecto, que le va a servir para orientarse y desplazarse sin dificultad dentro de él.



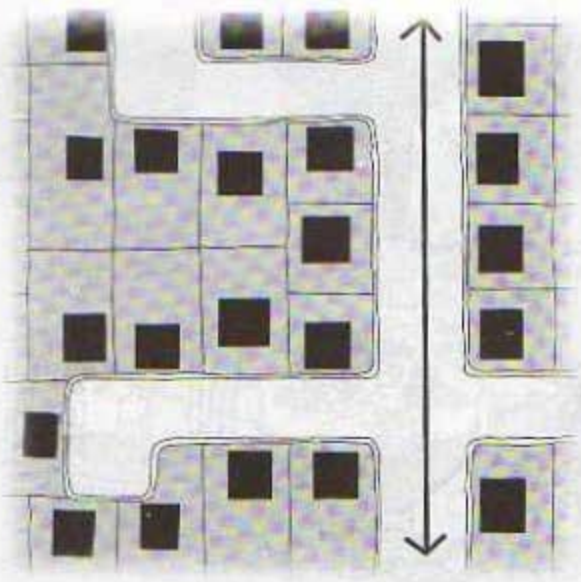
generales del diseño del conjunto, es necesario generar conceptos concretos sobre cómo estarán físicamente organizados los productos que se venderán en el proyecto para que sean comercialmente atractivos. Estos conceptos evidentemente tienen su origen en el programa urbano, que es en donde se han definido las cantidades y dimensiones de los productos y deben responder a las intenciones de organización social con que se pretende estructurar la comunidad que habitará el proyecto. Los conceptos básicos más utilizados en nuestro medio se mencionan a continuación.

La *lotificación convencional* tipo parrilla es el patrón urbano más ampliamente utilizado, tanto para fraccionamientos tipo medio como para populares, puesto que ofrece mucha flexibilidad para las ventas y es ampliamente aceptado por el mercado. Dado que cada lote tiene acceso a una calle, este patrón tiene el inconveniente de que requiere demasiada longitud de vialidad e infraestructura, lo que hace costosas las obras de urbanización y elevan el precio de venta de los lotes. Cuando es un fraccionamiento tipo medio este costo se transfiere a los compradores, pero si es muy elevado puede retraer la demanda y hacer más lentas las ventas y la recuperación; y cuando es un fraccionamiento popular el costo usualmente no puede ser pagado por los compradores de bajos ingresos, por lo que es absorbido como un subsidio por el organismo promotor. Tiene además el inconveniente de que la lotificación dificulta la relación entre vecinos ya que cada familia busca satisfacer sus propios intereses, por lo que se comporta individualmente sin importarle la comunidad en que viven.

El concepto de *andador* consiste en un patrón tipo parrilla donde la mayoría de lotes tienen acceso a través de un pasaje peatonal con playas de estacionamiento comunes. En el patrón tipo andador se reduce la superficie vial (ya que los andadores tienen menor sección que las calles) aunque no la longitud de las redes de infraestructura, que sigue siendo igual al de una lotificación convencional, lo que hace que el costo de urbanización sea algo inferior al de un desarrollo tipo parrilla. El patrón de andador es utilizado en promociones de bajos ingresos cuyas familias, por lo general, no tienen automóvil, lo que reduce la vialidad al mínimo haciendo funcionar el conjunto a través de un sistema peatonal. Una ventaja que procuran los andadores es que facilitan el contacto personal porque éstos son utilizados por las familias residentes como una extensión de su

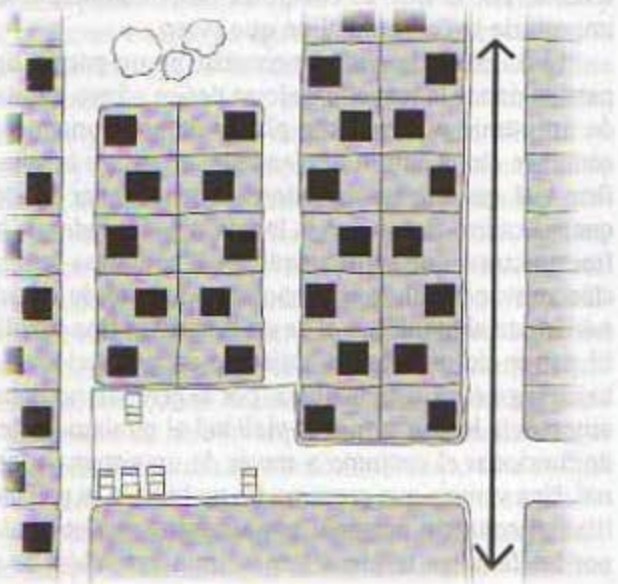


Conceptos de lotificación tipo parrilla. La lotificación de este tipo es monótona a la vista y dificulta el contacto social. Por la abundante superficie vial y el exceso en longitud de las redes de infraestructura, resulta incosteable para fraccionamientos de bajos ingresos en los que el precio de venta está limitado a su escasa capacidad de compra.

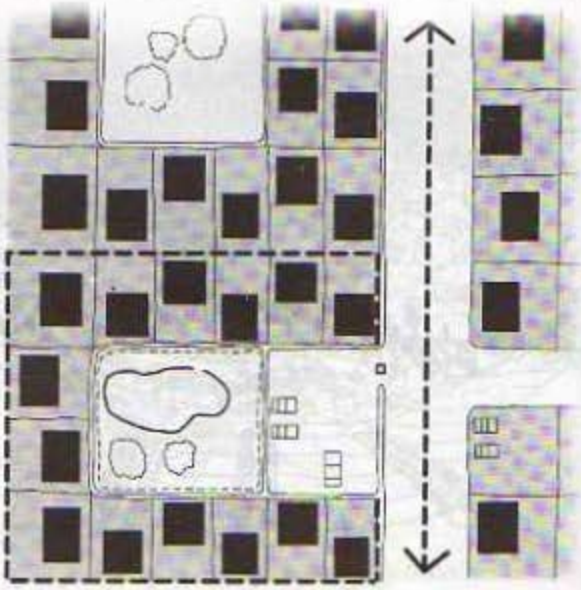


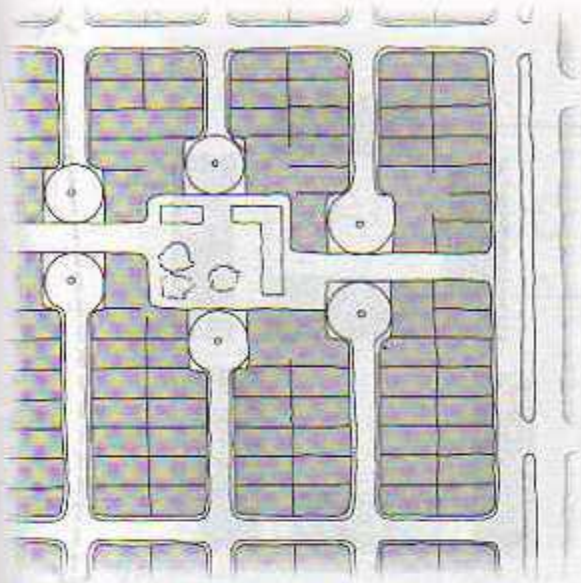
Concepto de cluster o privada. Protege a las viviendas del tránsito de paso y con ello favorece que los residentes se apropien de la calle y la utilicen con fines recreativos y para socializar. Cuando son lotificaciones de bajos ingresos, a la entrada de cada privada se podrían dejar inicialmente tomas para uso comunitario y esperar que, con el tiempo, los residentes puedan pagar por tomas domiciliarias.

Concepto de andadores. Concentra el acceso a un grupo de viviendas en una entrada que puede o no tener control. Las viviendas sólo tienen acceso a través de andadores, por lo que debe preverse un estacionamiento común para los residentes.



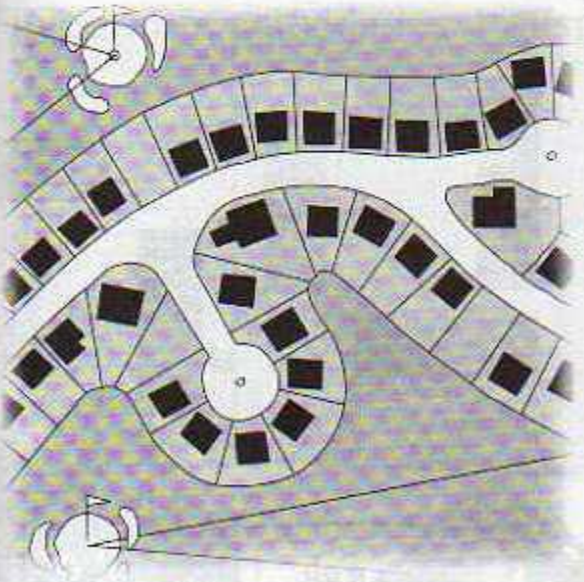
Concepto de condominio horizontal. Procura un espacio de uso comunitario que es utilizado expresamente con fines sociales y recreativos. El control de acceso y el mantenimiento corre a cargo de los residentes. De preferencia, debe proponerse un estacionamiento común a la entrada.





Una combinación entre clusters y andadores nos ofrece un patrón urbano con las ventajas de ambos: la privacidad de calles de tránsito local con un sistema interno de circulación peatonal a lo largo del cual se ubica el equipamiento básico, en los cruces con la vialidad primaria se pueden colocar paradas de autobús. Presentan la conveniencia de que la población tiene acceso a ellos desde sus casas.

Concepto de desarrollo urbano irregular. Ofrece gran variedad de lotes. Su trazado sinuoso ofrece secuencias visuales interesantes. Por la abundancia de áreas verdes (que demandan mucho mantenimiento), es un desarrollo costoso, pero que puede ser pagado por un sector del mercado con ingresos elevados.



vivienda, estimulando las relaciones sociales entre los residentes.

El concepto de *cluster* o *privada* propone que las calles sean sólo de tránsito local, exclusivamente para el uso de las familias que ahí residen, dándole cierta privacidad a la calle. Si bien la superficie vial y longitud de redes de infraestructura son iguales a las de una lotificación convencional, el estar estas privadas jerarquizadas de aquellas vías de tránsito de paso (vías secundarias) favorece que los residentes desarrollen un sentido de identidad con el lugar en que viven, ya que pueden establecer contacto con el resto de las familias que habitan en esta privada. Si a la entrada de la cerrada se coloca una caseta de control de acceso, ello acentuará el sentido "privado" de la calle, y si ésta tiene áreas verdes, estimulará a que los residentes se pongan de acuerdo para darle mantenimiento.

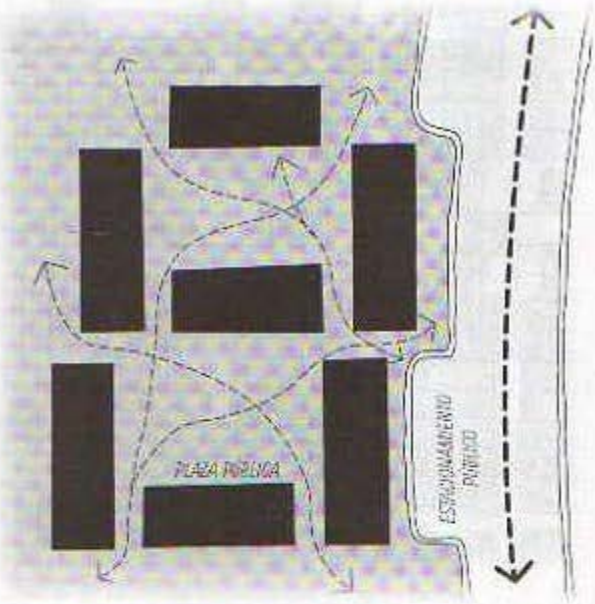
El concepto de *condominio horizontal* propone lotes o viviendas individuales que dan acceso sobre un área de propiedad común y para uso comunitario. Este concepto reduce sustancialmente la superficie de vialidad y longitud de redes de infraestructuta en comparación con una lotificación convencional, ya que trata con lotes de varios miles de metros cuadrados que en principio sólo requieren un acceso a la calle y una toma a los servicios, en vez de los lotes de pequeña superficie de lotificación convencional que requieren cada uno acceso propio y tomas domiciliarias. La superficie de uso común así como las amenidades que en ella le propongan dependerán del tipo de desarrollo, del mercado a quien está dirigido y de cómo se comercializará. Este concepto favorece la integración comunitaria entre los residentes, ya que las áreas comunes son puntos naturales de encuentro.

El concepto de *desarrollo residencial* mantiene el principio de que cada lote debe tener acceso vehicular y tomas domiciliarias de redes de infraestructura, pero propone lotes de superficies mayores con trazos viales sinuosos e irregulares, lo cual le imprime un sentido de variedad al proyecto. Aunque se requiere mucha superficie vial y longitud de redes de infraestructura, al tener los lotes mucha superficie, la relación de superficie vial contra la vendible es menor que en una lotificación convencional. Ello hace que el prorrateo del costo de urbanización por metro cuadrado vendible sea menor que el de una lotificación convencional. Sin embargo, como este concepto ofrece abundantes áreas verdes comunes, el costo de realización a final de cuentas es considerablemente mayor que en el de una lotificación convencional. Generalmente se emplea este concepto para fraccionamientos en clubes de golf, en

marinas o en montañas, y están dirigidos a un mercado de clase media-alta y alta que pueden pagar los lotes y las extensas áreas y servicios comunes.

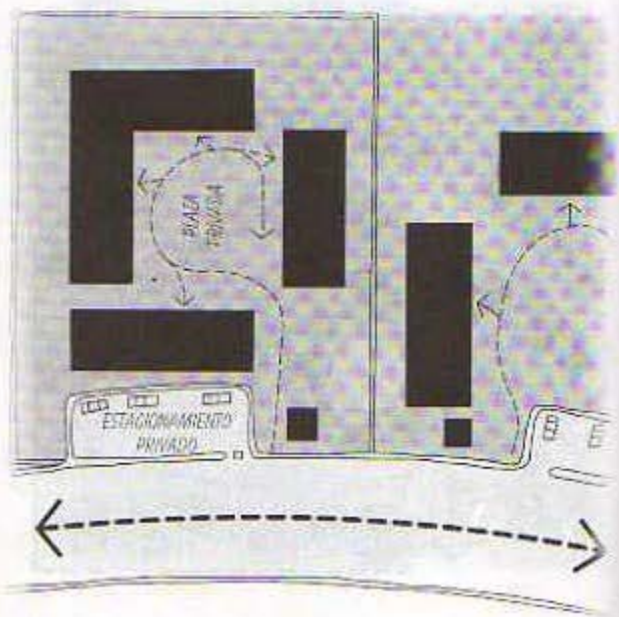
El concepto de *supermanzana* dispone sobre una gran superficie de uso común el sembrado de edificios conformando plazas múltiples. El recorrido interno es básicamente peatonal, dejando la circulación vehicular y estacionamientos en toda la periferia. El equipamiento está dispuesto en torno de las plazas interiores. Este concepto es utilizado con frecuencia por organismos viviendistas que realizan conjuntos habitacionales de interés social. La superficie vial y longitud de redes de infraestructura, por lo general son perimetrales y se mantienen mínimas en comparación con una lotificación convencional, lo que hace que este tipo de desarrollo sea muy rentable, más aún porque propone densidades media y alta que hace que el prorrateo del costo de la urbanización por vivienda sea mínimo. Pero al tener abiertas al público todas las áreas y plazas interiores, con el afán de que los residentes se desplacen libremente de una plaza a otra, propicia que la gente no sienta suyo el lugar en el que vive, ya que cualquiera puede entrar, lo cual origina su descuido y vandalismo. Esta situación se ve frecuentemente agravada por la gran escala de los proyectos habitacionales que dificulta que los residentes entren en contacto entre sí y por la repetición en el sembrado de edificios, discentiva a los residentes para que se identifiquen con el lugar.

El concepto de *condominio vertical* organiza edificios y conforma plazas que son de uso exclusivo de los residentes. A diferencia del concepto de supermanzana, cuyos accesos y espacios son de dominio público, en el condominio vertical el acceso es controlado, lo cual ofrece a los residentes mayor privacidad y posibilidades de relacionarse con sus vecinos. En vista de que deben darle vigilancia y mantenimiento a los espacios comunes, los condominios deben organizarse, lo cual fortalece las redes sociales y el sentido comunitario. Aunque dentro del condominio vertical deben procurarse playas de estacionamiento para los residentes y visitantes, la circulación vehicular puede darse en el interior, mezclándose con la circulación peatonal, o preferentemente separadas para seguridad de los residentes. La superficie de vialidad y longitud de redes de infraestructura es considerablemente menor que la que se emplearía en una lotificación convencional para albergar al mismo número de viviendas, pero es mayor que la de la supermanzana dado que la agrupación de edificios, estacionamientos y servicios básicos se da en pequeña escala.



Concepto de supermanzana (para conjunto habitacional). Se caracteriza por el sembrado de edificios, conformando plazas que se repiten. No hay control de accesos y los estacionamientos son comunes y adosados a la calle perimetral; la circulación interior es a través de andadores y las trayectorias son abiertas. Las relaciones sociales no florecen porque los espacios interiores son de dominio público.

Concepto condominio vertical. En un lote con control de acceso se siembran edificios en torno de un área común. Estacionamiento privado para residentes, con cajones numerados. El mantenimiento está a su cargo. Las trayectorias internas son definidas. El espacio común es un centro natural de encuentro social.

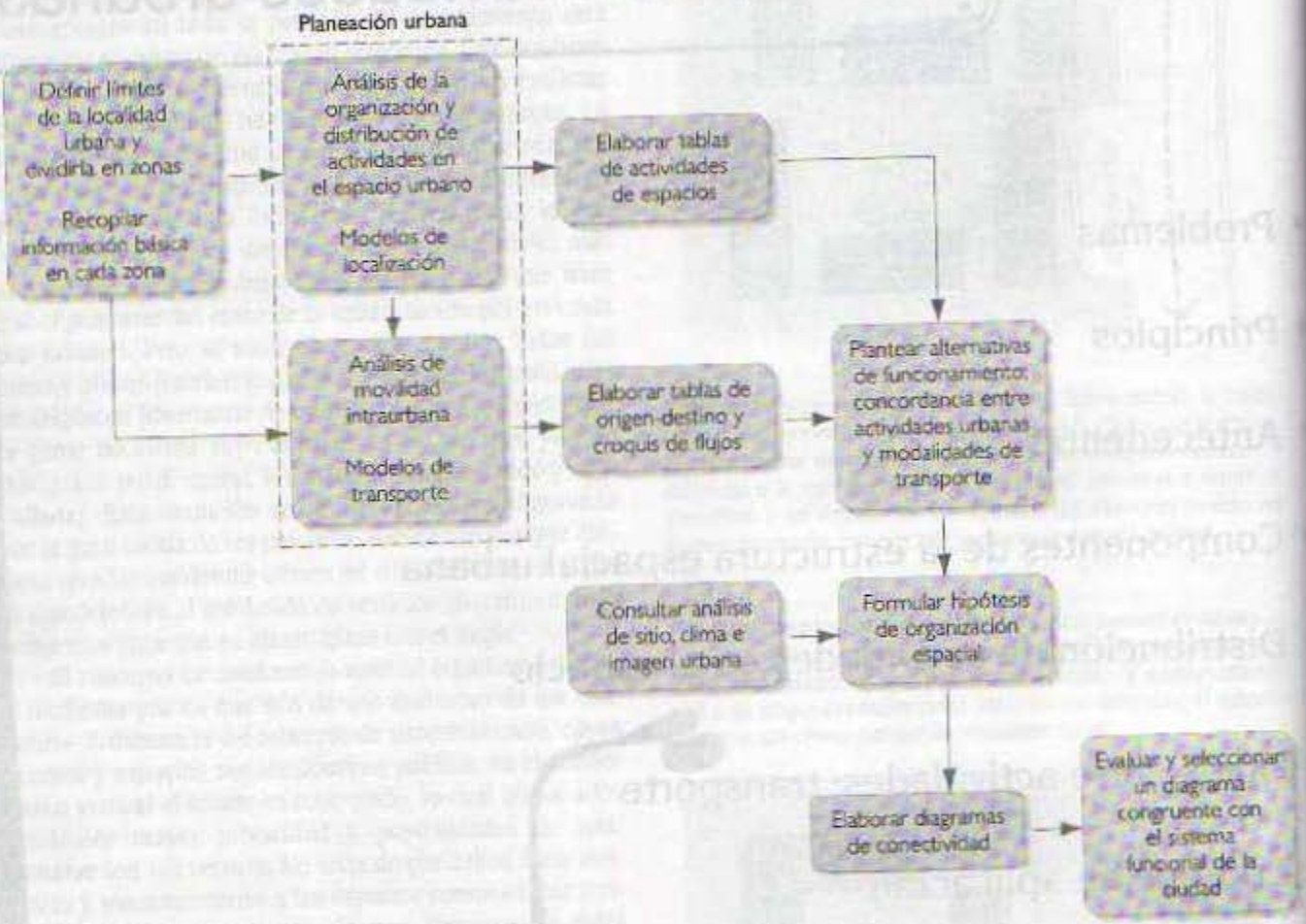


2

Análisis de actividades urbanas

- Problemas
- Principios
- Antecedentes
- Componentes de la estructura espacial urbana
- Distribución de actividades en el espacio
- Flujos entre actividades: transporte
- Criterios de aplicación

METODOLOGÍA DE DISEÑO: ANÁLISIS DE ACTIVIDADES URBANAS



PROBLEMAS

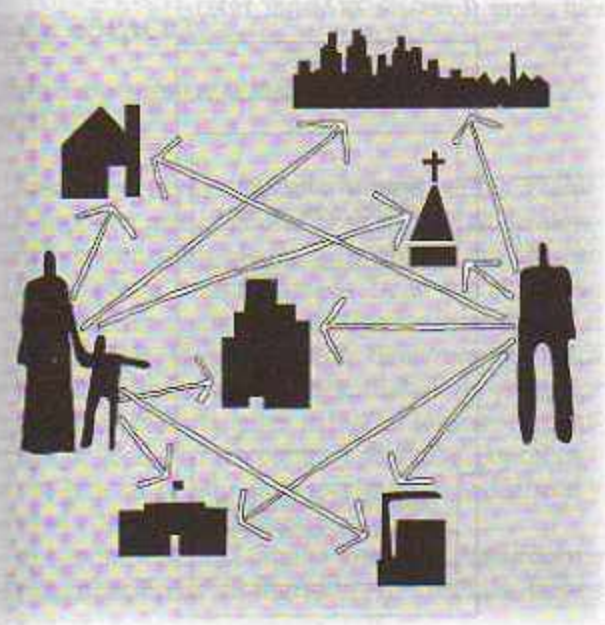
El desarrollo urbano espontáneo y no planeado trae consigo una mezcla caótica de actividades urbanas, generando con ello conflictos serios a los habitantes en términos de tránsito, contaminación y desajustes psicológicos, que se traducen respectivamente en graves costos sociales por la pérdida de horas-hombre destinadas a la transportación, deterioro de la salud pública y poca identificación con los lugares en que se reside o trabaja.

La organización y la interrelación de espacios, representadas por los *croquis de funcionamiento convencionales*, no explican la interacción que existe entre las actividades de los usuarios, su uso del tiempo disponible, el modo de transporte utilizado y los espacios necesarios, ni permiten representar el flujo de personas esperado que circulará entre éstos ni el nivel de ocupación de los mismos.

PRINCIPIOS

Es necesario simular las actividades de las personas que ocuparán el futuro fraccionamiento o conjunto urbano, para poder determinar una organización especial adecuada a las necesidades de los residentes.

Confusión con respecto al funcionamiento de la ciudad. Los residentes tienen dificultad para entender visualmente en dónde se encuentran, los destinos que les interesan, como trabajo, equipamiento, recreación y otros.



También es necesario registrar en una investigación de campo los flujos de peatones y vehículos que se generan entre los espacios, o definir esos datos en gabinete considerando:

- Las actividades que son fijas y las que son aleatorias.
- Los orígenes y destinos de los recorridos.
- Las actividades y localizaciones probables.
- El horario en que se realizan esas actividades.

Es recomendable estimar cuantitativamente los flujos entre los espacios y los niveles de ocupación de éstos.

Al determinar los flujos entre espacios y su ocupación se podrán generar los esquemas de conectividad óptima en el espacio. Definidos los esquemas de conectividad, éstos se podrán adaptar a los planos de vocación o potencial de desarrollo del terreno, resultado del análisis de sitio.

ANTECEDENTES

Aunque la simulación de actividades urbanas se hace generalmente en el nivel de planeación urbana (*véase* Introducción), resulta indispensable familiarizarse con los conceptos más elementales para manejar los problemas de diseño urbano. Por tanto, este capítulo pretende agrupar muy sucintamente estos conceptos básicos, con los que el lector podrá afrontar problemas de organización de actividades urbanas en un nivel teórico, debiendo consultar con un planificador urbano para resolver estos problemas en la práctica.

En el análisis de actividades urbanas se utilizan "modelos" cuyo propósito fundamental es proporcionar una representación simplificada e inteligible de la realidad, con objeto de entenderla mejor. Las tres funciones básicas de los modelos son: la *sistemática*, que proporciona un marco conceptual en donde una idea de la realidad puede probarse; la *partitiva*, que proporciona un marco en donde estudios parciales pueden definirse, si se conoce su interacción con el resto del sistema, y la *evaluativa*, que proporciona un marco en donde el efecto de diferentes decisiones dentro del sistema puede ser simulado.

El modelo de un sistema urbano tiene como propósito representar algunos aspectos del sistema, tal como se observa en la realidad, pero de ninguna manera debe confundirse con un método de diseño automático con el que pueden producirse planos, optimizar diseños o trazados en términos de costo o eficiencia. Un modelo es un instrumento utilizado para racionalizar el comportamiento de un sistema urbano.

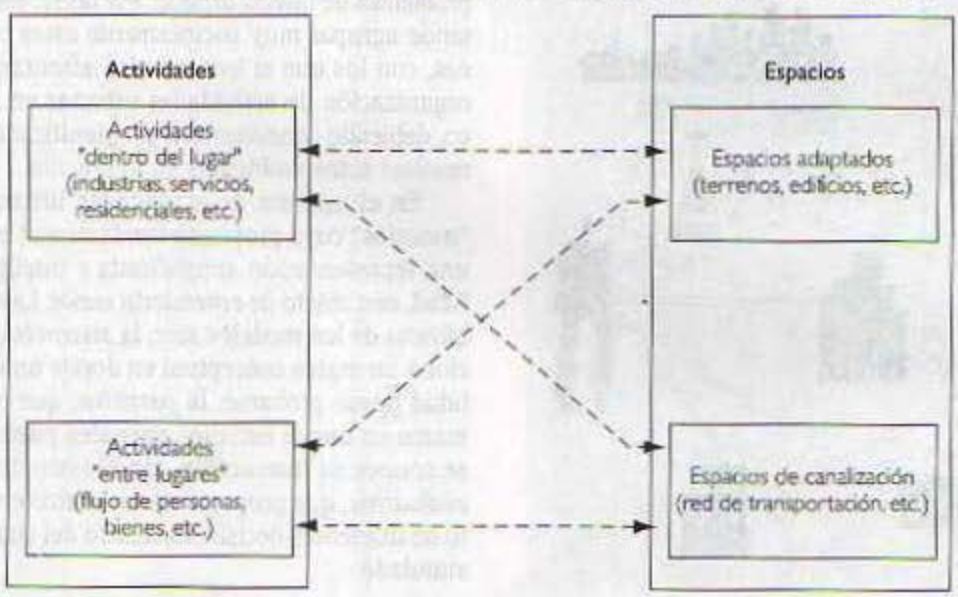
COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL URBANA

La estructura espacial urbana puede definirse como el resultado de dos procesos interdependientes, por medio de los cuales edificios y actividades se ubican en determinados lugares. El primero localiza la estructura física como respuesta a la demanda agregada de espacios generada por todas las actividades; el segundo localiza las actividades dentro de la estructura física de acuerdo con la relación funcional que tienen entre ellas. Este proceso, entre la organización espacial de actividades y la estructura física que las acomoda, puede ser simbiótico: en él, las actividades crean la demanda para edificios, pero una vez que éstos son construidos, restringen su localización.

En general, las actividades son de dos tipos: *dentro* de un lugar y *entre* lugares. Las primeras se refieren a actividades ya ubicadas (industriales, comerciales, residenciales o recreativas) y las segundas a los flujos de todo tipo que ocurren entre esos lugares de actividades, tales como información, dinero, personas o bienes. Las actividades entre lugares o flujos pueden verse como expresión funcional de las actividades dentro del lugar. Una manera de clasificar esta última es mediante la agrupación en una categoría de todas las actividades que tengan relaciones funcionales en común. Una clasificación elemental es considerar tres categorías: empleo, residentes y servicios. Las ligas entre ellas se expresan en términos del número y longitud de los viajes entre una y otra. Así, el viaje entre la casa y el trabajo liga a los residentes con el empleo; la travesía de la casa a los servicios liga a los residentes con los servicios; y finalmente, el viaje del trabajo a los servicios liga los servicios al empleo (*véase* esquema).

Las actividades dentro del lugar pueden desagregarse aún más en: tipos de empleo, tipos de familias (por grupo socioeconómico, edad o composición), y los tipos de servicios subdividirse en categorías de compra en diferentes niveles. De igual modo las actividades entre lugares pueden desagregarse en: modos de transportación (privado, autobús, colectivo), flujos de información (teléfono, telégrafo, etc.) y las redes de servicios (agua, drenaje, etc.).

Interacción de los componentes de la estructura espacial urbana (Echenique, en Martin, 1975).



Debido a que la demanda de la estructura física no puede ser satisfecha instantáneamente por la oferta, entonces ambas (las actividades y la estructura física) deben irse adaptando mutuamente. Muchas actividades tienen que localizarse en lugares diseñados para su uso, mientras que otras tienen que localizarse en lugares menos favorables dentro del barrio o ciudad. También sucede que la estructura física transforma continuamente su uso, como es el caso de viviendas en el centro de la ciudad, que son convertidas en tiendas u oficinas. De aquí que sea importante considerar tanto la oferta de estructura como a las actividades, pues ambas son los dos principales componentes interdependientes de la estructura espacial urbana.

Para efectos prácticos de cuantificación de áreas y flujos, sobre la zona urbana en estudio se sobrepone una retícula de dimensiones preestablecidas (por ejemplo, 100 × 100 m) con objeto de estimar tanto la superficie de uso del suelo de cada celda o zona, como los viajes que hacen sus residentes para ir a otras celdas (a otros usos del suelo). Con objeto de mantener congruencia con las definiciones de la estructura espacial urbana descritas anteriormente, se han dividido los modelos en dos grandes grupos: aquellos relativos a la distribución de actividades en el espacio, y los de transporte (Echenique, en Martin, 1975, y Wilson, 1974, respectivamente).

DISTRIBUCIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ESPACIO

Modelo de localización residencial

Estos modelos se enfocan a los individuos o familias y suponen que cada una tiene necesidad de alojamiento, de consumir bienes y de obtener un ingreso con el que pueda comprar ambos. Dado que el ingreso se relaciona con el empleo, esto liga la vivienda con el lugar de trabajo. Ello obviamente tiene una liga física que involucra una supuesta "desutilidad" de viajes por el gasto que ocasiona, pues reduce el ingreso disponible para vivienda y otros bienes y servicios. Por tal motivo, en general se estudia la localización residencial y de trabajo de manera conjunta.

Se supone que cada familia toma decisiones acerca de la distribución de su ingreso para vivienda, bienes de consumo, viajes al trabajo y otros, como el ahorro. Para la elaboración de este modelo, el énfasis recae en determinar la cantidad que las familias destinan a su vivienda (y servicios complementarios), la cual tiene que ver con un ingreso total, sus preferencias y la disponibilidad de la oferta. Para efectos del modelaje, se supone que en cada familia hay un trabajador, aunque en realidad esto es más complicado por la frecuente existencia de varios miembros que trabajan.

Dadas estas decisiones, el individuo puede empezar su búsqueda de oportunidades. Puede buscar una vivienda y un trabajo, o bien una vivienda cuando ya tiene trabajo, o un trabajo cuando ya tiene vivienda. El patrón de oportunidades cambia continuamente con el tiempo. Conceptualmente al menos, se puede suponer que la búsqueda está estructurada en relación con el tipo de vivienda (tamaño, edad, condición, tenencia, etc.), con su localización (y sus ligas al trabajo y servicios), con el medio (social y físico), y con el precio (que refleja todo lo anterior).

Los individuos compiten en un proceso de mercado que involucra a otros individuos y a los abastecedores del mercado. A su vez este mercado opera con un juego complejo de reglas institucionales.

En resumen, los modelos deben reflejar y reproducir la alternativa que tiene el individuo en relación con su ingreso, para obtener un tipo de vivienda dentro del mercado. Los modelos pueden simplificarse o sofisticarse, según la información disponible y la complejidad del problema.

El modelo da por fija la localización del empleo para simular la localización de la vivienda. La localización de la población residente se considera entonces como dependiente de la localización de empleo, y la localización de servicios se considera como dependiente de las localizaciones residenciales y de empleos (*véase* esquema siguiente).

Para entender cómo trabaja el modelo, debe imaginarse la ciudad dividida en zonas o celdas. En un comienzo todo lo que se conoce es el número de trabajadores o empleados de cada célula. En su primera iteración, la población residente dependiente de este empleo básico se distribuye en las células de toda la ciudad (paso 1). Después, los empleados en servicios que dependen del acceso que a ellos tienen los residentes y los trabajadores se distribuyen en células de toda la ciudad (paso 2). De esta manera, ya localizado el empleo en servicios, éste sirve de insumo para la siguiente iteración que determi-

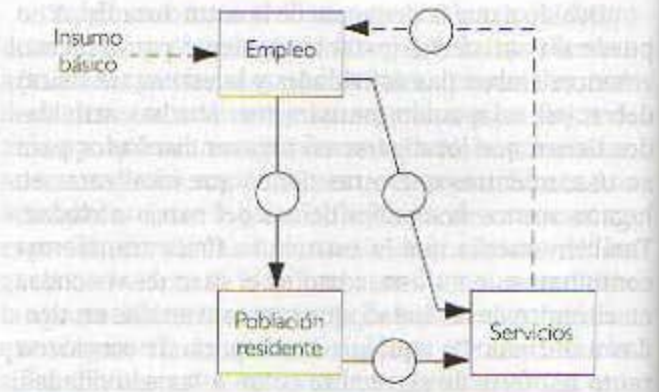
na la localización de la vivienda y servicios de estos trabajadores adicionales (paso 3). De nuevo, la población residente generada por el insumo de nuevo empleo es distribuida (paso 1) y esto, a su vez, genera más servicios (paso 2), que se traduce en insumo para la siguiente iteración (paso 3). Dado que el número de residentes y empleados en servicios va disminuyendo en cada iteración, el modelo tiende a ser convergente, o sea, que los pocos residentes y servicios que pueden localizarse después de varias iteraciones bien pueden ser pasados por alto. En este momento el modelo adquiere un equilibrio y el número de residentes y empleados de servicios localizados en cada iteración se suman para producir los totales en cada célula.

En pocas palabras, esta simple fórmula gravitacional del modelo declara que la población residente en la célula *j* es proporcional a su acceso al empleo de la ciudad. De este modo, si una célula *j* está cerca de varias células *i* que contiene gran número de empleados, tiene más demanda de vivienda que otra célula más alejada de los lugares de empleo. Al poner esta formulación en forma matemática, se puede efectivamente predecir la ubicación residencial de una localidad o poblado.

Modelo de localización de servicios

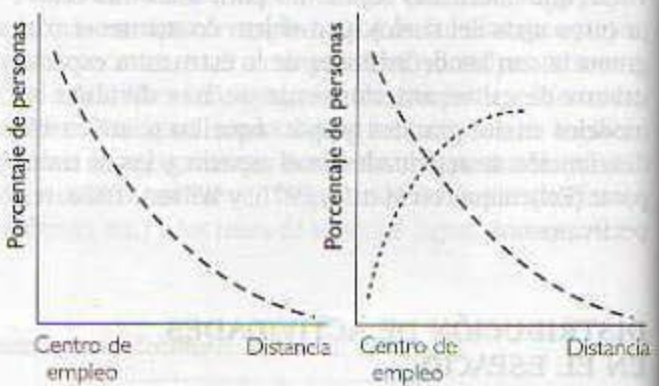
El término *servicios* cubre una amplia variedad de actividades, entre las cuales se encuentran: de menudeo, personales, educativos, de salud y recreativos. Los servicios de menudeo tratan lo relativo a compras; los personales, a actividades como las bancarias; los educativos tratan principalmente de escuelas; los de salud, con clínicas y hospitales, y, finalmente los recreativos pueden tratar desde los cines hasta los teatros al aire libre.

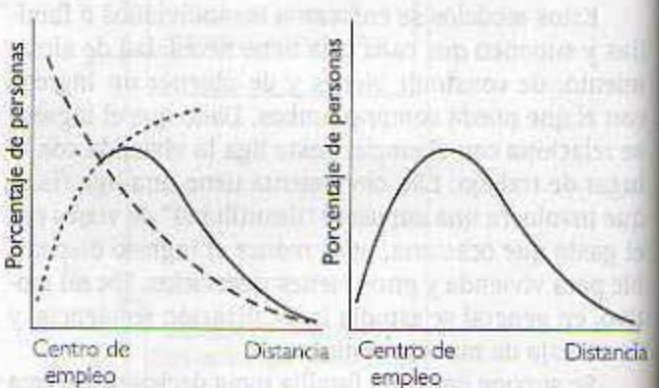
Las principales distinciones entre los tipos de servicios son las características de reglamentos a los que están sometidos. Por ejemplo, el comercio de menudeo, servicios personales y recreativos prácticamente no están regulados, ya que la gente puede utilizarlos cuando guste. En cambio, las escuelas y las clínicas están, al menos parcialmente, reguladas. El problema de "modelar" el comportamiento de las personas en sistemas regulados varía, pues, con el tipo de servicios. En el segundo caso, existe una serie de técnicas de investigación de operaciones que hace muy manejables



Estructura del modelo de localización residencial.

Representación diagramática del modelo de localización residencial.





los servicios regulados; pero, por el contrario, en los servicios no regulados se debe suponer que la gente satisface sus necesidades en relación con el acceso que tiene a los servicios, por lo que ello genera un problema de interacción espacial que no es tan claro como en el caso de los servicios regulares.

Los servicios pueden ser divididos en tres niveles: vecindad, barrio y ciudad, cada uno de los cuales tiene un agrupamiento de servicios determinado y un tamaño. Si en cada célula el número de empleados en servicios no alcanza el tamaño necesario, los empleados se redistribuyen en otros agrupamientos de servicios que han acumulado suficiente tamaño. La distribución de servicios considera el acceso a servicios tanto de sus propios empleados como de residentes. Para ello hay que aclarar que los viajes entre servicios y empleos son cortos cuando se dan dentro de la misma célula, es decir, cuando una persona que viaja a su trabajo aprovecha su permanencia en la célula de trabajo para hacer algunas compras; y son viajes largos cuando se desplaza a otras células para hacer sus compras.

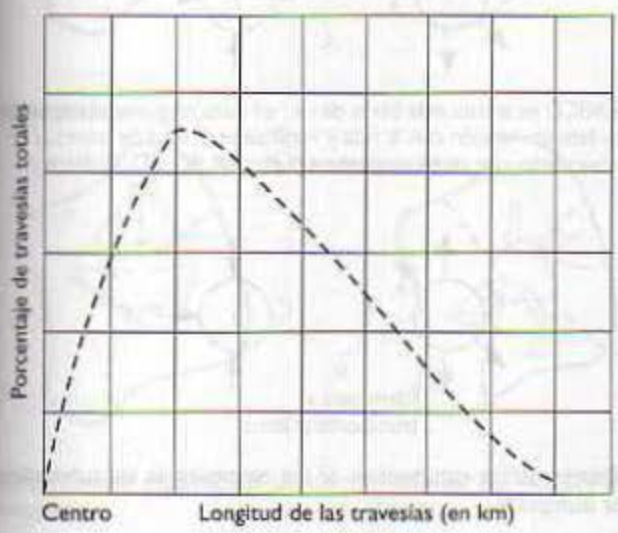
Puede verse el agrupamiento de servicios como resultado de dos factores: los de economía de escala (por ejemplo, vender más bienes a menor precio) que tienden a concentrar grandes establecimientos en los puntos más accesibles, para atraer el mayor número de clientes potenciales, y en segundo, las de ventajas mutuas (por ejemplo, atrayendo a los compradores de otros servicios) que agrupan muchos servicios diferentes en un solo lugar. Se debe recordar que mientras el modelo residencial reproduce un patrón disperso al distribuir a los residentes a partir de concentraciones de empleo, el modelo de servicios tiene por objeto la tarea opuesta, que es reproducir la concentración de servicios a partir de un patrón disperso de residentes.

Para una ciudad o región urbana que se divide a priori en células reticulares o en zonas, los insumos de información que se requieren para la aplicación del modelo de localización de servicios son: la población residente en cada célula, el índice de empleo en servicios a la población total, el empleo total en cada célula, la superficie disponible para servicios en cada célula y la distancia a través de líneas de transporte o circulación entre cada célula y las demás.

Para todos estos insumos, el modelo produce el número de empleados en cada célula y el número y longitud de las travesías de la residencia y los servicios para cada par de células. Para un juego específico de insumos hay un resultado particular de localización de servicios, de tal modo que, al cambiar los insumos, se puede explorar el efecto que diferentes políticas de planeación pueden tener sobre la localización de servicios y las travesías de la residencia a los servicios. Este modelo puede hacerse tan simple o extenso como se desee, al desagregar servicios por tamaño y tipo. De esta manera se hace posible concretar las diferentes relaciones funcionales y requerimientos de espacio que tienen, por ejemplo, las escuelas en comparación con las tiendas.

Según el problema urbano, se selecciona cualesquiera de los dos modelos descritos, que son los más comunes, pudiendo aplicarse cada uno independientemente, los dos en forma complementaria, o bien utilizar modelos más sofisticados que engloben a los dos modelos. Hay que recordar que los modelos tratan a la ciudad o a un poblado como unidad funcional, por lo que al analizar con mayor detalle una zona de la ciudad como se hace en diseño urbano, hay que establecer con gran claridad la relación funcional que guarda esta zona con el resto de la ciudad. En este punto resultará indispensable la asociación con el planificador urbano, con objeto de elaborar planes articulados y congruentes entre sí; evitando con ello caer en análisis y aplicación parcial del modelo, que pueden conducir a resultados erróneos.

Gráfica de travesías a los servicios a través de todas las modalidades de transporte (véase la similitud con la localización residencial).



FLUJOS ENTRE ACTIVIDADES: TRANSPORTE

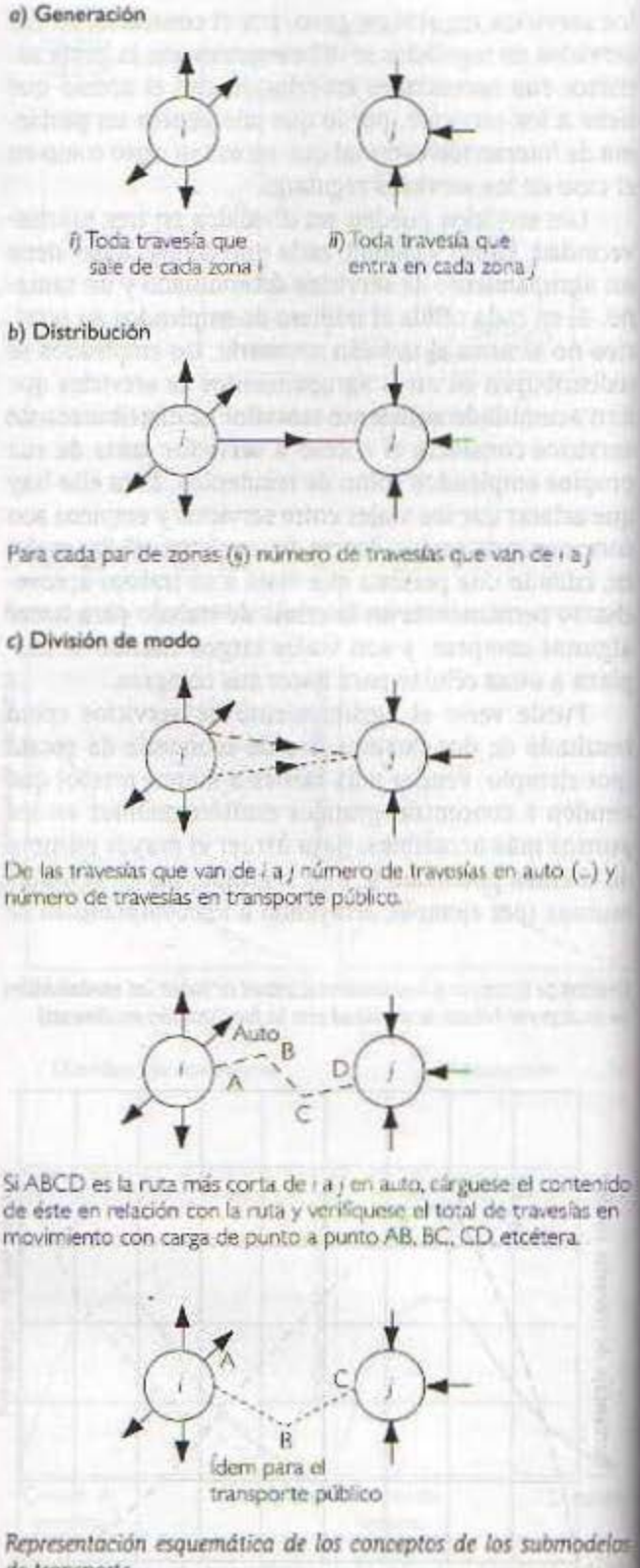
Al igual que la localización residencial y de servicios son injerencia del diseñador urbano, puesto que traducirá la información de los modelos en soluciones fisicoespaciales integradas en un terreno y contexto urbano determinado, con la información de transporte el diseñador buscará traducir tal información en soluciones físicas que resulten armónicas y compatibles con las características de la zona urbana en donde están, buscando evitar que sean mal traducidas, como el uso indiscriminado de calles pavimentadas que den preferencia al tránsito vehicular y olviden tanto al peatón como al carácter de la zona urbana.

Para ello resulta deseable que el diseñador urbano esté familiarizado con los conceptos generales de transporte, con el fin de que se halle en posibilidad de dialogar con el ingeniero de transporte y llegar a soluciones satisfactorias.

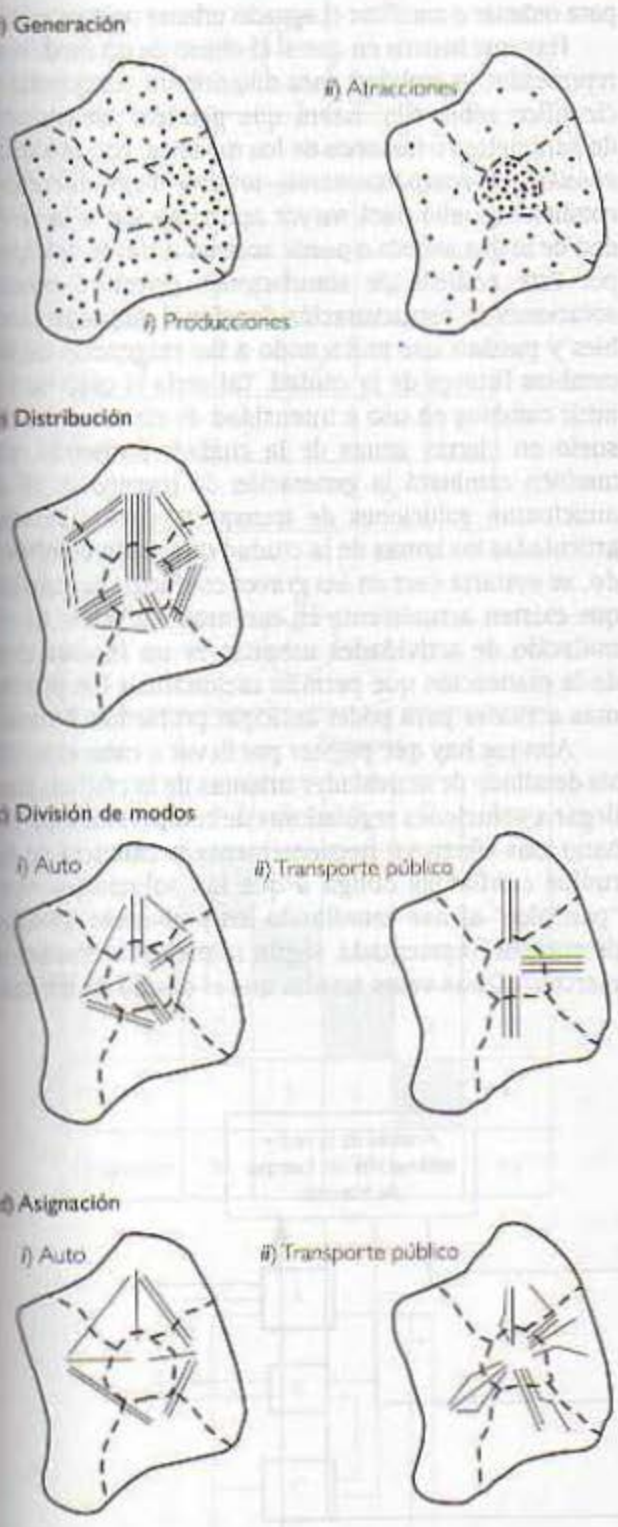
El patrón de flujos de transporte en una ciudad es muy complejo. Hacen viajes en la ciudad gran variedad de personas con gran variedad de propósitos, con enormidad de rutas y con varias modalidades de transporte. De aquí que sea necesario inicialmente hacer algunas definiciones.

El viaje de una persona se hace desde un *origen* hasta un *destino* a través de una *ruta* determinada. Las características tecnológicas de una ruta dada definen la *modalidad* del viaje, sea a pie, en automóvil o en varias formas de transporte público (trolebús, autobús, metro, etc.). El patrón de viajes en la ciudad también varía respecto de la *hora* del día.

Tomemos un ejemplo típico, el de la esposa que en las mañanas lleva a sus hijos a la escuela, después va al mercado y luego a hacer un servicio personal; o el caso del esposo que va a su trabajo, asiste a una cita fuera de su oficina, sale a comer con clientes y regresa por la noche a su casa. ¿Cómo se clasifican los viajes y las modalidades de transporte? Usualmente se registra la travesía más importante y la modalidad del transporte principal. En los ejemplos anteriores, la travesía de la esposa sería ir al mercado, pues de ida dejaría a los niños en la escuela y de regreso del mercado haría sus servicios personales. En el segundo ejemplo, el destino del viaje es el trabajo; se utilizaría en ambos ejemplos el automóvil como modalidad principal de transporte (aunque el esposo haya ido en taxi a comer fuera y en autobús a su cita de trabajo).



Representación esquemática de los conceptos de los submodelos de transporte.



Representación esquemática de los resultados de los modelos de transporte.

Obviamente no es posible tratar con gran nivel de detalle cada viaje de cada miembro de la familia. De ahí que una ciudad tenga que dividirse por zonas, cada una de las cuales genera viajes representativos a otras zonas (y en menor grado también viajes dentro de la misma zona). Ello simplifica la definición del origen y destino de los viajes.

Respecto de las categorías de propósitos de los viajes, se hace una distinción entre los que se basan en la vivienda y los que no tienen su base en la vivienda. Para ello se introducen los conceptos de producción de viajes y viajes atracción. El primero tiene a la vivienda como origen o fin de un viaje, mientras que el viaje atracción tiene como fin otro origen o destino que no es la vivienda. De aquí que a veces se cambien los términos de producción y atracción por el de origen y destino.

Estructura del modelo de transporte

El modelo de transporte consiste en cuatro submodelos que tratan la generación del viaje, su distribución, modalidades de ramificación y asignación, tal como se muestra en los diagramas laterales (de ambas páginas). La "generación" es un término genérico para producción y atracción, de tal modo que el modelo predice el número de viajes producidos en cada zona y el número de viajes atraídos a cada zona. El modelo de distribución del viaje predice cuántos viajes que dejan una zona serán distribuidos entre las zonas de atracción. Ya en este punto existen muchos manojos de viajes entre cada par de zonas. El modelo de ramificación asigna proporciones de cada manojo a modalidades de transportación. De este modo se tiene un manojo de viajes para cada modalidad entre cada par de zonas. Finalmente, el modelo de asignación toma el manojo de cada modalidad de transporte y los carga sobre rutas de la red de circulación, anotando cuántos viajes en total se asignan para cada liga o cruce de la red. Estas etapas se muestran en los diagramas laterales para zonas típicas *i* y *j*.

Estos submodelos de transporte corresponden a la conceptualización del proceso de hacer un viaje, que es como sigue: ¿haré el viaje? (generación), ¿adónde iré? (distribución), ¿por qué modalidad? (ramificación), y ¿por qué ruta? (asignación). Además, debe incluirse la

hora del día en que se hace el viaje y su duración, pues al ensamblar los submodelos descritos en un modelo general, se debe hacer la computación de los tiempos de recorrido para cada manojo de viajes, tal como se muestra en el esquema siguiente.

Con el modelo de transporte se simulan los desplazamientos intraurbanos de la población, con intención de identificar rutas de congestionamiento, puntos (o cruces) conflictivos, saturación de modalidades de transporte, etc., y buscar con la simulación distribuir los desplazamientos, aprovechando toda red vial existente en la ciudad (en vez de concentrar el tránsito sólo en unas cuantas arterias), y con ello estructurar un sistema que haga eficiente el desplazamiento en la ciudad.

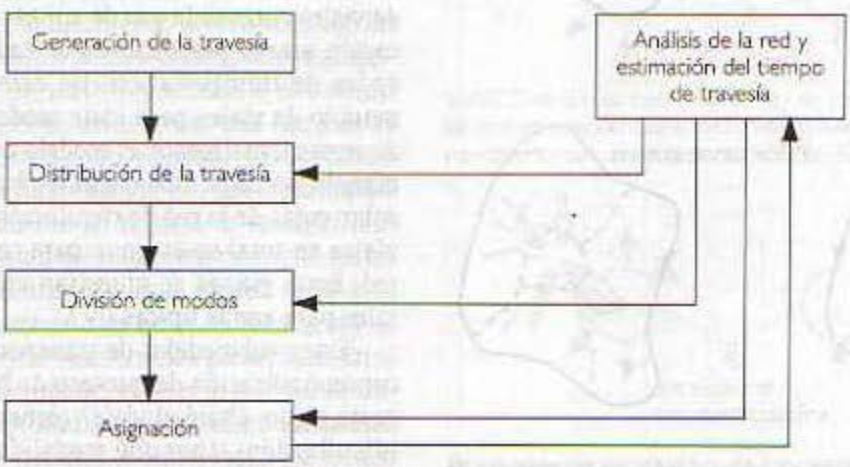
Es con base en esta información que se estructura y propone la capacidad de la red vial, para luego, en el nivel de diseño urbano, resolver la relación que guarda la vialidad con el espacio urbano (*véase* cap. 8).

CRITERIOS DE APLICACIÓN

El análisis urbano y la aplicación de los modelos descritos anteriormente son objeto, en sí mismos, de detallados estudios que están fuera de los alcances de este manual. Sin embargo, el manejo de los conceptos descritos ofrece una visión global de la funcionalidad de la estructura urbana, la cual es fundamental tener presente cuando se manejan problemas de diseño urbano. Por tanto, la funcionalidad urbana debe ser el objetivo principal para ordenar o zonificar el espacio urbano (*véase* cap. 6).

Hay que insistir en que si el objeto de un modelo es representar la realidad para adquirir un conocimiento científico sobre ella, habrá que plantear alternativas de parámetros o insumos de los modelos, con objeto de *simular* el comportamiento urbano bajo diferentes condiciones; ello dará mayor aproximación a la realidad de lo que sucede o puede suceder a través del tiempo. Este análisis de simulaciones permitirá ofrecer soluciones de estructuración funcional que sean flexibles y puedan irse moldeando a las exigencias de los cambios futuros de la ciudad. Tal sería el caso de admitir cambios en uso e intensidad de ciertos usos del suelo en ciertas zonas de la ciudad, previendo que también cambiará la generación de transporte. Si se anticiparan soluciones de transporte para mantener articuladas las zonas de la ciudad que están cambiando, se evitaría caer en los graves conflictos de tránsito que existen actualmente en nuestras ciudades. La simulación de actividades urbanas es un instrumento de la planeación que permite racionalizar los problemas actuales para poder anticipar problemas futuros.

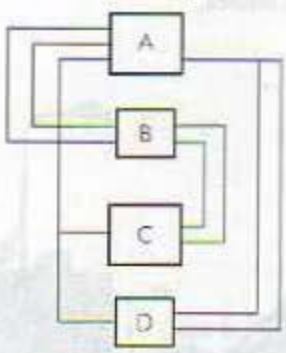
Aunque hay que pugnar por llevar a cabo el análisis detallado de actividades urbanas de la ciudad, para llegar a soluciones reguladoras de comportamiento urbano más efectivas, frecuentemente la carencia de estudios confiables obliga a que las soluciones sean "parciales" al irse estudiando los problemas urbanos de manera fragmentada, según se presentan "sobre la marcha". Otras veces resulta que el diseño de un con-



Estructura de un modelo de transporte.

	Actividades			
Espacios	I	II	III	IV
A	X		X	
B		X		
C	X			X
D			X	

	Destinos				
Orígenes	A	B	C	D	Flujos
A I III		3		7	10
B II	5		3	7	15
C I IV	25			5	30
D III		3	2		5
Ocupación	30	6	5	19	60



junto habitacional, fraccionamiento o regularización de una invasión, no son lo suficientemente grandes como para ameritar un estudio detallado de actividades de toda la localidad urbana.

De cualquier modo, se debe insistir en realizar la simulación, no obstante que sea mediante información de gabinete, y la zona de estudio sea sólo el conjunto o el fraccionamiento más la mayor zona circunvecina posible, con objeto de determinar por lo menos la funcionalidad interna del desarrollo propuesto y su liga con el contexto urbano colindante.

Los resultados de los modelos se pueden resumir en cuadros que muestran, para horas clave del día, las actividades predominantes que se realizan en cada zona o célula de la ciudad. Ello ofrece un recuento de los cambios, tanto de tipo como la intensidad de actividad que ocurre en cada zona de la ciudad en la mañana, mediodía o la tarde; pero al modificar un uso del suelo o densidad de población, los resultados del modelo serán diferentes, lo que permitirá simular diferentes alternativas de concentración o dispersión de actividades en el espacio urbano.

Aunque en los modelos de localización descritos la distancia o el tiempo de recorrido son factores decisivos para localizar una actividad con respecto a otra, estos modelos no hacen explícitos los flujos de circulación que ocurren entre las zonas de la ciudad. Para ello se recurre a los modelos de transporte que determinan tanto el origen-destino de los recorridos, como el volumen y modalidad de los flujos.

Cada uno de los resultados de la simulación de localización de actividades generará también diferentes alternativas de transporte dentro del espacio urbano. El análisis de las alternativas de generación de transporte deberá, por tanto, permitir encontrar una solución de transporte que asegure la liga de orígenes-destinos de los flujos más importantes, con las modalidades que aseguren una funcionalidad en el sistema de transporte, estableciendo también una congruencia entre distintos usos del suelo.

Es posible que ciertos usos del suelo en algunas zonas de la ciudad generen recorridos intraurbanos que potencialmente sean conflictivos con el sistema de transporte. Por tanto, se deberá recurrir a instrumentos de planeación (reglamentación, fiscalidad del suelo, etc.) para desalentar usos o intensidad de uso que puedan obstruir la eficacia del sistema de transporte. Hay que enfatizar que cada uso e intensidad de uso

del suelo urbano genera un tipo de transporte. Por tanto, resulta ineficaz buscar resolver el problema de transporte de una ciudad sin atender primero la ordenación de sus usos del suelo. Debe buscarse afrontar a ambos (el transporte como consecuencia de la organización de actividades en el espacio urbano), para lograr un sistema urbano funcionalmente congruente.

De los resultados del modelo de transporte se identifican las rutas, flujo y modalidades más relevantes que ligan las actividades de la ciudad, y se expresan gráficamente a través de flechas que marcan el origen-destino, dirección y volumen de transporte, las cuales facilitan visualmente la comprensión de los movimientos intraurbanos. También, con diagramas de conectividad, se pueden ilustrar los flujos más importantes entre los espacios urbanos, y representar la ocupación de los mismos.

Con base en un conocimiento científico de estos "problemas urbanos", se procede a establecer las hipótesis de organización espacial que deben explicitar las intenciones de la planeación y diseño urbano. Tales hipótesis pueden ser:

- Definir zonas de actividades por uso e intensidad de uso, buscando su compatibilidad funcional y la racionalidad en la utilización del terreno (*véase* cap. 5).
- Estructurar y jerarquizar actividades en el espacio urbano, para que sean identificables y legibles a los residentes (*véase* cap. 3).
- Minimizar distancias entre espacios con alto flujo, para optimizar tiempos de recorrido o, alternativamente, establecer ligas directas entre ambos.
- Minimizar el cruce de las rutas de mayor flujo o, alternativamente, separar modalidades de transporte, uniéndolas en puntos muy bien estudiados donde el usuario pueda cambiar de modalidad de transporte sin afectar la eficiencia del sistema.

Con las hipótesis se produce una serie de diagramas que deben explicar gráficamente las intenciones que se persiguen con determinada organización de actividades. Los nuevos diagramas representan dónde se localizan las actividades y cómo se articulan funcionalmente. Estos esquemas sirven de base para elaborar la zonificación de actividades y la estructura vial.

Formuladas las hipótesis se deben "evaluar", utilizando los mismos modelos de localización y de transporte, con objeto de determinar su funcionalidad y congruencia con la realidad. Sobre esta evaluación se fundamenta la planeación urbana que busca establecer una congruencia de las hipótesis con la realidad, y orienta al diseño urbano en soluciones prácticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chapin, F. S., *Human Activity Patterns in the City*, Wiley, Nueva York, 1974.

Forrester, J., *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, 1969.

Isard, W., *Location and Space Economy*, MIT Press, Cambridge, 1968.

Martin, L. y L. March, *Urban Space and Structures*, Cambridge Univ. Press, 1975.

Pfouts, R. W., *The Techniques or Urban Economic Analysis*, Chandler Davis, Nueva Jersey, 1970.

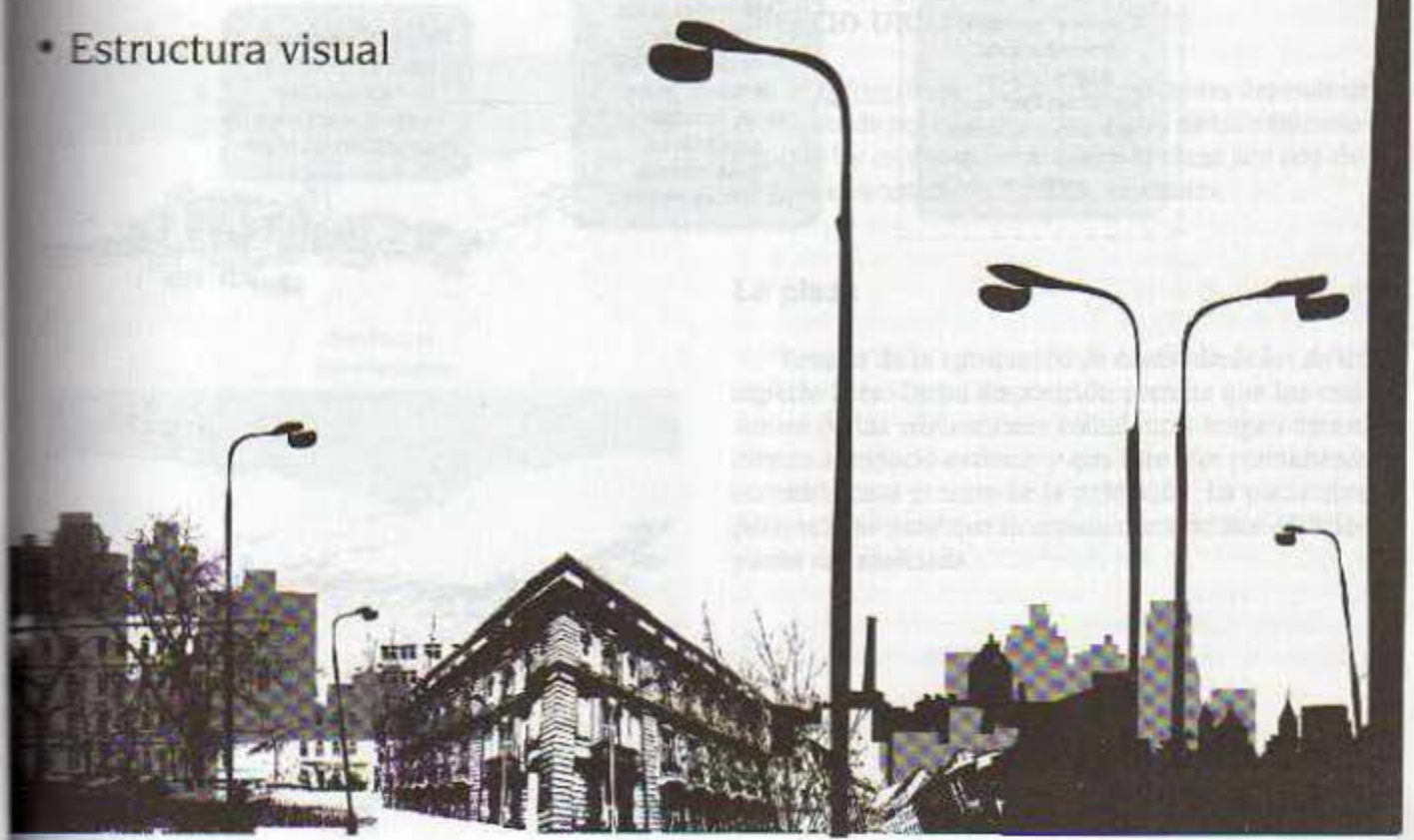
Pushkarev, B. y J. M. Zupan, *Urban Space for Pedestrians*, MIT Press, Boston, 1975.

Wilson, A. G., *Urban and Regional Models in Geography and Planning*, Wiley, Londres, 1974.

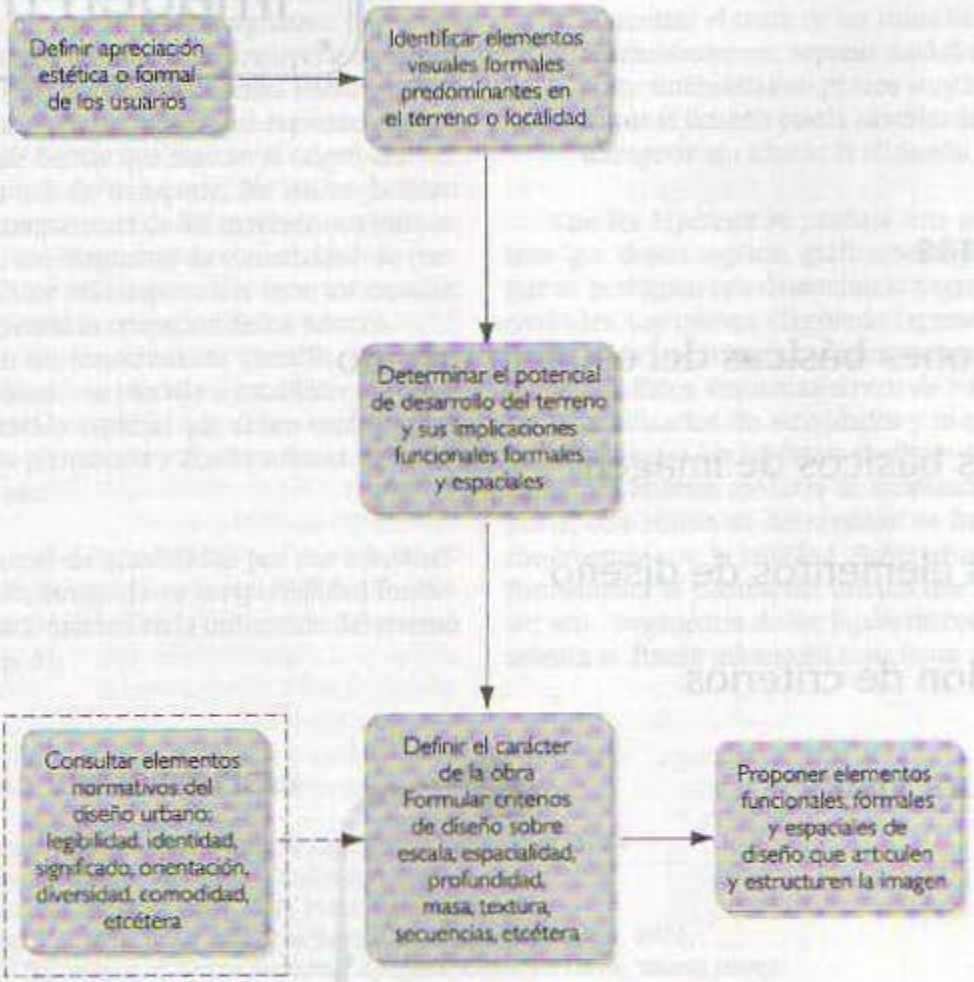
3

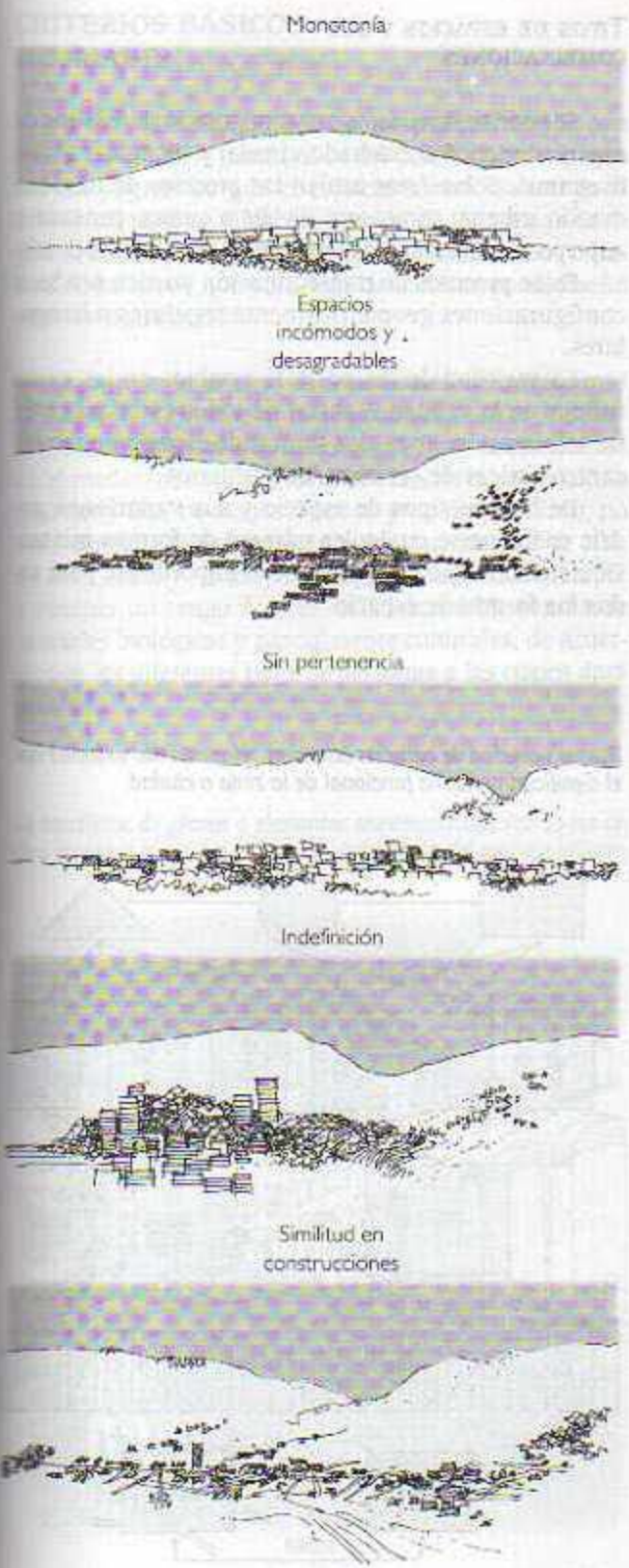
Imagen urbana

- Problemas
- Definiciones básicas del espacio urbano
- Criterios básicos de imagen
- Algunos elementos de diseño
- Aplicación de criterios
- Estructura visual



METODOLOGÍA DE DISEÑO: IMAGEN URBANA





PROBLEMAS

La homogeneidad en el tipo de construcciones, alturas, materiales, colores, etc., de las edificaciones urbanas produce un paisaje urbano monótono, cansado y poco susceptible de ser retenido en la memoria.

En general, las construcciones actuales carecen de atractivo estético, dando por resultado un diseño híbrido que provoca indiferencia formal. En términos funcionales, con el poco entendimiento sobre el manejo del clima se ocasionan espacios incómodos: muy calientes o muy fríos, muy iluminados o muy sombríos, etcétera.

La masa amorfa de urbanización no produce una imagen clara de pertenencia a un contexto urbano; por tanto, la comunidad no desarrolla un arraigo por el lugar en que vive o trabaja.

Las nuevas urbanizaciones carecen de puntos focales identificables, de límites distritales definidos y de claras rutas viales, lo que produce confusión en la circulación y desorientación.

Las urbanizaciones recientes no revelan las funciones básicas de una ciudad en cuanto a su historia, tecnología, cultura, ambiente natural, etc.; funciones que pasan inadvertidas para sus habitantes, puesto que las construcciones son de apariencia similar.

DEFINICIONES BÁSICAS DEL ESPACIO URBANO

La definición de los espacios exteriores depende de la diversa disposición de las fachadas de las edificaciones que los conforman. La calle y la plaza son dos elementos básicos de los espacios exteriores.

La plaza

Resulta de la agrupación de casas alrededor de un espacio libre. Dicha disposición permite que los residentes de las edificaciones colindantes tengan acceso directo al espacio exterior, y que éste aún permanezca accesible para el resto de la población. La plaza abre perspectivas para que la arquitectura de sus edificios pueda ser apreciada.

La calle

Es el resultado del crecimiento en superficie de una localidad después de haber rodeado densamente la plaza central con edificaciones. La calle organiza la distribución de terrenos y comunica cada una de las parcelas. Tiene un carácter más utilitario que el de la plaza y, dada su estructura, crea por sí sola un ambiente de tránsito y rapidez. En la calle la arquitectura sólo se percibe de forma casual.

Funciones características de los espacios urbanos

El espacio de la plaza

Las funciones que desempeña el espacio de la plaza deberán ser las de actividades comerciales –como el mercado–, pero sobre todo las de tipo social, cultural o cívico, que son del interés de toda la población. Será también el espacio destinado a la instalación de oficinas públicas de administración, salas parroquiales, locales para la juventud, salas de teatro y de conciertos, cafés, bares, etc. Tratándose de plazas centrales, cabe también la posibilidad de instalaciones donde se desarrollen actividades las 24 horas del día.

El espacio de la calle

En los barrios destinados únicamente a viviendas, el espacio de la calle es una zona pública de movimiento y de juego, dispuesto de forma en que todos los residentes puedan verlo.

Los problemas de la calle residencial consisten en que la circulación vehicular amenaza con dejar aislada a la zona peatonal. Hay que proteger al peatón de las molestias producidas por el ruido y los gases del tránsito vehicular, procurando que las dos franjas peatonales no queden muy separadas una de la otra.

El problema de la calle comercial requiere un diseño distinto del de una calle residencial. Debe ser relativamente estrecha. El transeúnte debería poder abarcar con su mirada los escaparates de uno y otro lado sin obligarlo a cruzar la calle a cada instante.

Tipos de espacios y sus combinaciones

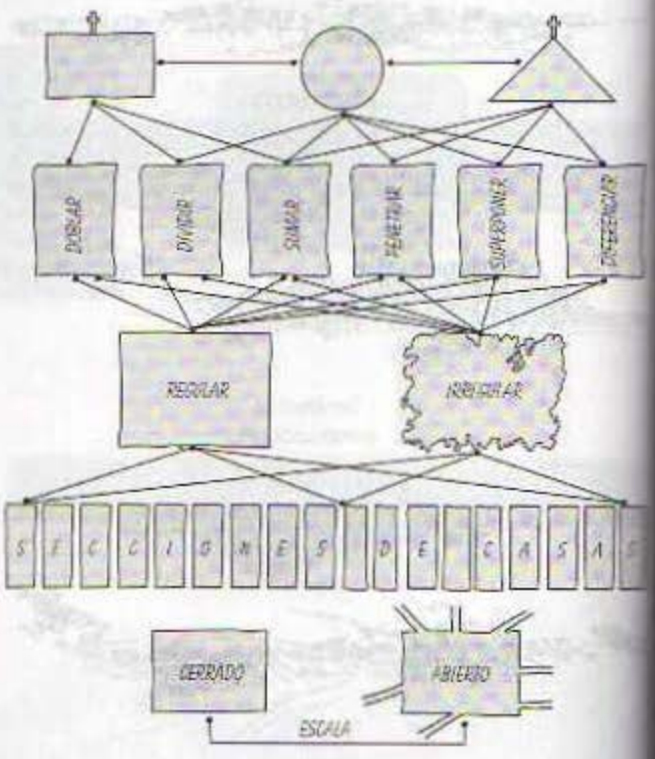
Se podrían considerar tres configuraciones básicas de espacios exteriores: cuadrado, circular y triangular (*véase* diagrama). Sobre éstos actúan los procesos de transformación urbana, como son: dividir o sumar, penetrar o superponer, diferenciar o mezclar espacios y edificaciones.

Estos procesos de transformación pueden producir configuraciones geométricamente regulares o irregulares.

La variedad de los posibles cambios en las casas influye en la calidad espacial de todos estos pares de transformación. Todas las formas de espacio tienen las características de ser cerrados o abiertos.

De los tres tipos de espacio y sus variaciones podría componerse cualquier número de formas mixtas. Diferenciar la escala es de especial importancia para todas las formas de espacio.

Buscar variedad de espacios exteriores, relacionando su forma con el significado social o funcional de la zona o ciudad.

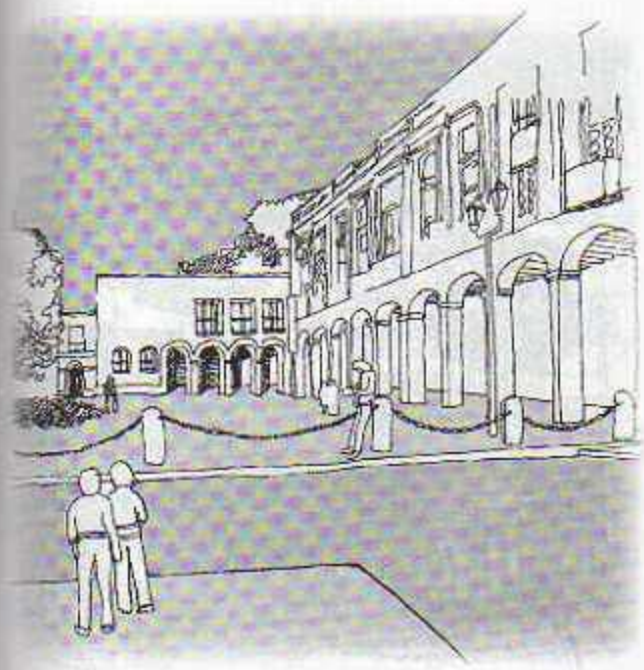


CRITERIOS BÁSICOS DE IMAGEN

Difícilmente el medio urbano puede cumplir con todos los criterios normativos del diseño, por lo que se deberá pugnar porque el espacio urbano satisfaga el mayor número de ellos, en función de lograr una imagen urbana lo más nítida y vigorosa posible. Los criterios normativos que se deben considerar en el diseño son los siguientes:

1. Dentro del criterio de *comodidad*, los factores más críticos son el clima, el ruido, la contaminación y la imagen visual; criterios que ofrecen un rango de comodidad en el medio urbano, el cual debe resultar no muy cálido y no muy frío, no muy silencioso y no muy ruidoso, no muy cargado de información y no muy carente de ella, no muy sucio y no muy limpio, etc., tendiendo siempre a obtener un rango de comodidad aceptable con bases parciales biológicas y parcialmente culturales, de acuerdo con los diferentes tipos de personas a las cuales dará servicio.

La repetición de planos o elementos arquitectónicos (como los arcos) ayuda a mantener la escala y proporción del espacio urbano.



2. Deberá existir *diversidad* de sensaciones y de medios como prerrequisito para ofrecer al habitante que escoja el de su preferencia y que pueda cambiarlo con el tiempo según como cambien sus gustos, lo que le dará sensación de placer en la variedad y en los cambios.

Todo ello dependerá del comportamiento de la expresión de preferencia que exprese el usuario, para encontrar los tipos de diversidad que desea. En términos de diseño resulta básico pensar en el carácter que se pretende lograr, teniendo en cuenta que la principal dificultad se encuentra en saber qué variedad de personas usan los espacios abiertos y cuáles son sus necesidades y deseos.

3. Los lugares deberán poseer una *identidad* perceptual; ser reconocibles, memorables, vívidos, receptores de la atención y diferenciados de otras localidades. Deberán tener en suma el "sentido de lugar", sin el cual un observador no podrá distinguir o recordar sus partes.

La identidad depende del conocimiento del observador y puede, además, ser trasmitida indirectamente por medio de símbolos verbales.

4. Estas partes identificables deberán estar organizadas de modo que un observador normal pueda relacionarlas y encontrar su origen en el tiempo y en el espacio, sin que esto sea una regla universal, ya que hay ocasiones en que ciertas partes del medio pueden ser ambiguas o misteriosas.

En general un espacio urbano deberá ser *legible*, no sólo cuando se circula en la calle, sino también cuando se recuerda, lo que facilita encontrar un camino buscado y mejorar el conocimiento para fortalecer el sentido de identidad individual y su relación con la sociedad. Esta sensación propicia cohesión social. En ello se advierte que existen elementos cruciales tales como: un sistema de circulación principal, áreas básicas sociales funcionales, centros importantes de actividad con valor simbólico, elementos históricos, elementos naturales del sitio y espacios abiertos dignos.

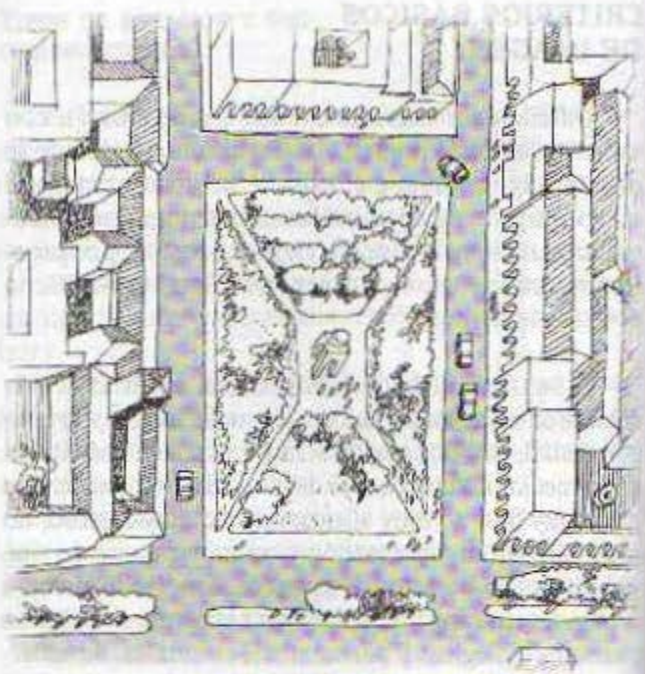
La *legibilidad* espacial y la temporal deberán tener igual importancia. Un medio urbano bien logrado podrá orientar a sus habitantes en el pasado, podrá hacerlos comprender mejor el presente, podrá advertirles de las esperanzas o peligros que se presentarán en el futuro.

5. El sentido de *orientación* será propiciado principalmente por un claro sistema de circulación y seña-

lamiento adecuado, que simplifiquen posibles confusiones. La numeración y nomenclatura de las calles y avenidas pueden servir de gran ayuda a este propósito, así como la ubicación consciente de puntos de interés visibles en el diseño de conjuntos urbanos.

6. Un medio urbano será percibido como *significativo* si sus partes visuales, además de estar relacionadas unas con otras en tiempo y espacio, se relacionan con aspectos de la vida, actividad funcional, estructura social, patrones políticos y económicos, valores humanos y aspiraciones, y carácter individual e idiosincrasia de la población.

El medio urbano es un enorme legado de comunicaciones. La gente las lee y se siente informada, tiene curiosidad y se mueve por lo que ve. Los procesos básicos económicos y sociales deben dejarse abiertamente a la vista. Así pues, la legibilidad formal es una base común visible sobre la cual todos los grupos erigen sus propias estructuras de significado.



La plaza es un punto de convergencia e interrelación social y económica de la ciudad.

ALGUNOS ELEMENTOS DE DISEÑO

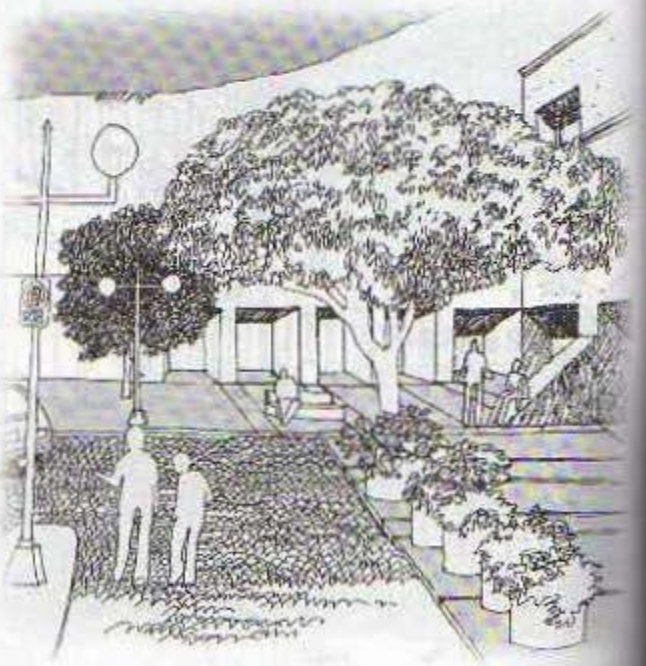
La imagen urbana está integrada por diversos elementos fisicoespaciales que deben estar estructurados para que en conjunto trasmitan al observador una perspectiva legible, armónica y con significado.

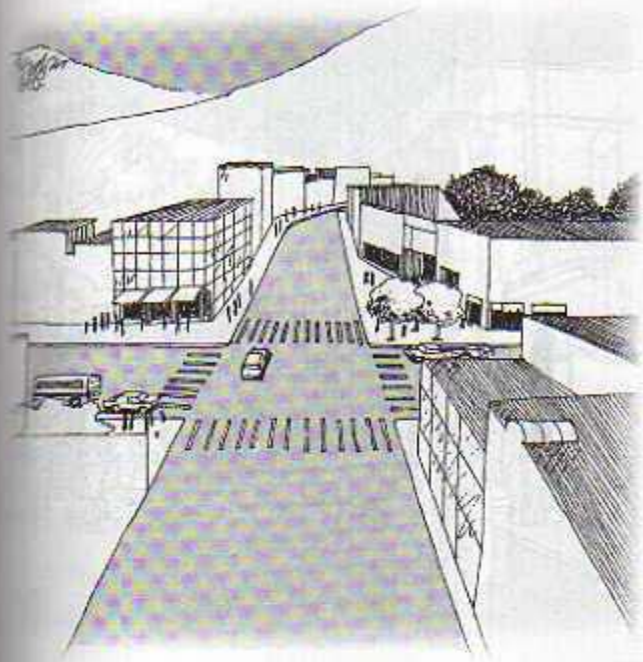
La imagen no está compuesta por un solo concepto, sino que es resultado de la articulación de varios elementos y de imprimirles alguna relevancia dentro del contexto urbano o ante la comunidad. Algunos de los elementos más utilizados son los siguientes:

Organización visual

Percibir un medio urbano es crear una hipótesis visual o construir una imagen mental organizada, basada en la experiencia y propósitos del observador, así como en los estímulos alcanzables por su vista. Al construir esta organización, se tendrán en cuenta características físicas tales como: continuidad, diferenciación, predominancia o contraste de una figura sobre un campo, simetría, orden de repetición o simplicidad de una forma. Se pueden usar también repeticiones rítmicas tales como la aparición de espacios abiertos o masas predominantes en intervalos regulares; algu-

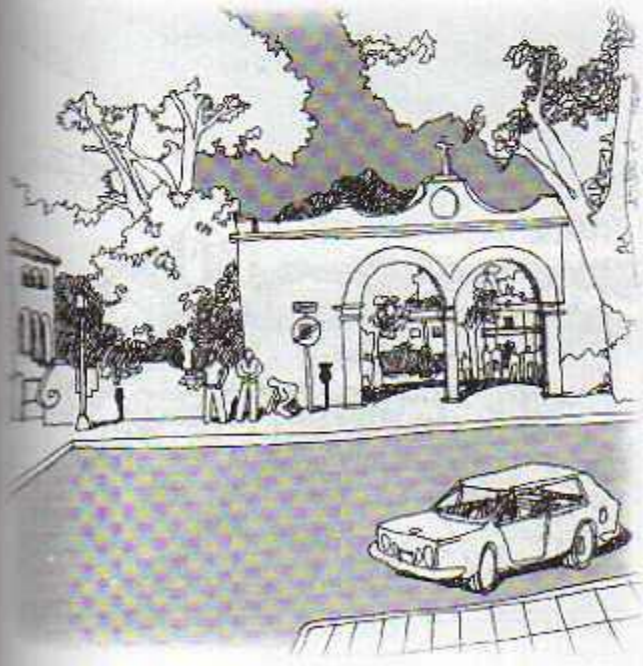
Proponer secuencias visuales articuladas, creando sorpresas y experiencias estimulantes.





El cruce de vialidad propicia encuentros, fricción y cambio en modalidades de transporte. Debe procurarse amplitud espacial para que esto se lleve a cabo sin crear conflictos.

Enmarcar edificios significativos y de valor patrimonial, por ejemplo, cerrando una calle para crear perspectiva.



nas partes pueden estar relacionadas para mantener una escala común de espacios y masas, o simplemente estar agrupadas por similitud de formas, materiales, colores o detalles, o bien por materiales comunes en los edificios o superficies de pavimentos homogéneos. Las partes pueden revelar un propósito común o el impacto de una fuerza dominante, como el clima, o el de una cultura altamente organizada.

Contraste y transición

Las variaciones de las formas constituyen también un modo de relacionar las partes, si tienen continuidad, forma o carácter entre ellas. Por ejemplo, una calle estrecha y oscura se relaciona con la amplitud de la avenida en que desemboca; o bien la tranquilidad de un parque se opone a la intensa actividad del centro comercial que está enfrente. Esta relación de contraste, vista en secuencia, presenta la esencia de un hecho y pone al alcance del usuario una riqueza de experiencias. Lo que está cercano puede relacionarse con la distancia entre el objeto y el observador; lo familiar diferenciarse de lo extraño, lo luminoso de lo oscuro, lo lleno de lo vacío, lo antiguo de lo nuevo, etc. La continuidad, por tanto, dependerá de transiciones relevantes, como son las juntas entre casa y casa, las esquinas, los puentes o el perfil de edificios contra el cielo; en fin, las transiciones se vuelven más notables en la escala del espacio exterior, debiendo ser lo más articuladas posibles si se busca que los espacios sean vistos coherentemente. La arquitectura clásica lo enfatiza con cornisas, fustes, bases de columnas y molduras en las puertas, escalones y entradas importantes.

Para lograr una mayor claridad del espacio exterior, los elementos contrastantes se deben agrupar por control perceptual; por ejemplo, casas de estilo similar se agrupan en unidades vecinales, o especies de árboles iguales se siembran juntas para dar sentido de calle. Las partes se interrelacionan refiriéndolas todas al elemento dominante del paisaje, por ejemplo, al campanario de una iglesia o una plaza. Por otro lado, el espacio exterior deberá aceptar todas estas variaciones sin perder su forma.

Jerarquía

La estructura principal del diseño de un medio urbano se encuentra siempre en su jerarquía, predominancia, o centralización. Por tanto, pueden existir espacios centrales a los cuales todos los demás elementos se subordinan y relacionan, o bien, un elemento dominante que eslabona muchos otros menores. Será preciso acostumbrarse a encontrarlo o a proponerlo para tener un elemento de referencia que tenga o le dé un gran sentido de lugar al espacio. Sin que éste sea la única manera de establecer jerarquías, sobre todo para sitios de cambios grandes y complejos en cuanto a su paisaje, el diseñador podrá buscar enfatizar elementos visuales fijos y entrelazarlos con las partes que cambian, o bien buscar ofrecer secuencias múltiples que no determinen un comienzo o un final.

Congruencia

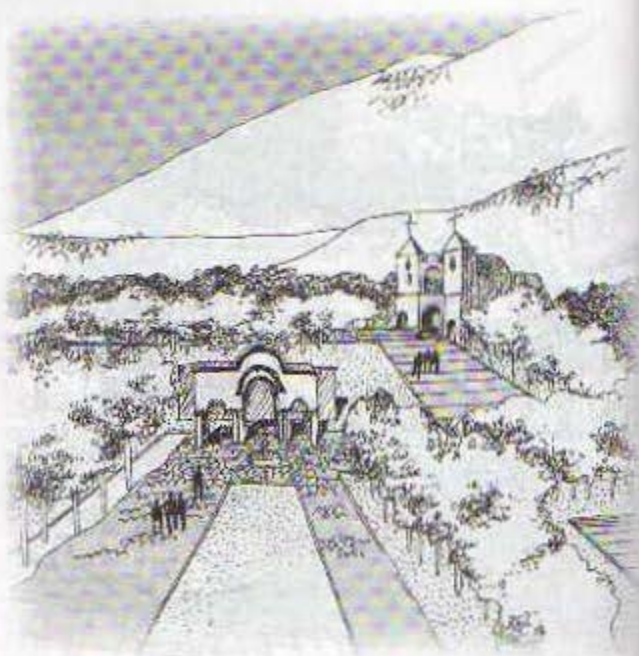
La estructura perceptual deberá ser congruente con el uso actual del suelo y su ecología. Las rasantes visuales deberán corresponder a los lugares de mayor significado de actividad, las secuencias principales deberán ir a lo largo de las vías de circulación más importantes; o sea, que los aspectos básicos de organización del sitio, localización de actividades, circulaciones y la forma deberán funcionar juntos, además de tener una estructura formal similar.

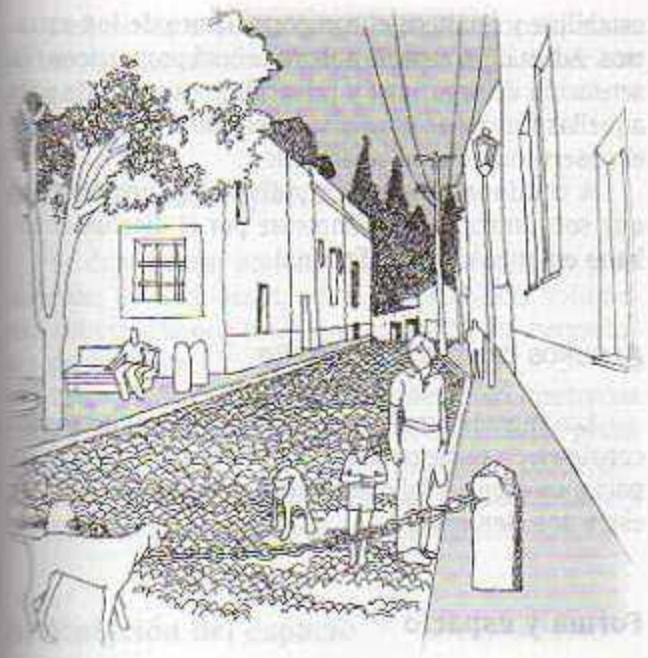
Secuencia visual

La orientación en la circulación es importante, así como la aparente dirección hacia una meta o la claridad de entradas y salidas en los espacios. Una sucesión de etapas, como las gradas de una escalera, será más interesante que el logro de un simple acercamiento aislado. Cada suceso prepara al observador para el siguiente y éste siempre los recibe como un nuevo y reciente descubrimiento. El medio urbano debe tener una forma tal que sea capaz de revelar novedades de organización cada vez que se inspecciona con curiosidad. Tal movimiento podría ser directo o indirecto, fluido o enérgico, delicado o brutal, divergente o convergente, pero siempre que los objetos estén dispuestos de tal modo para conducir el sentido visual del

Manejo variado de espacios urbanos para imprimir interés visual y valorar elementos arquitectónicos.

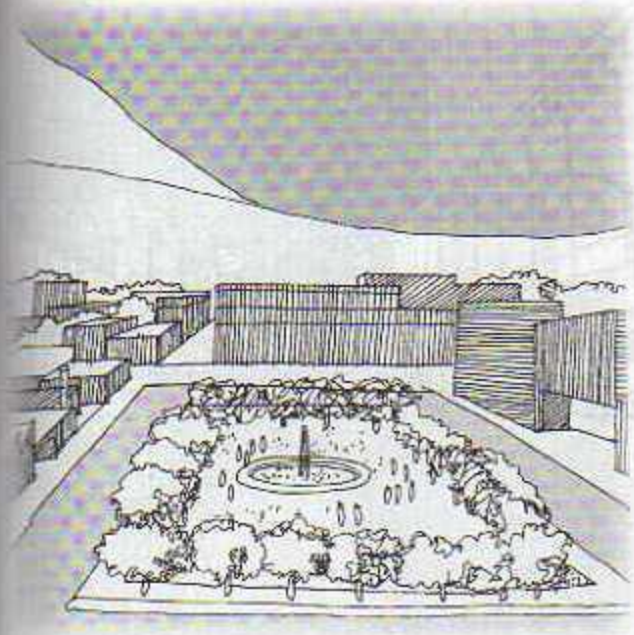
Estructurar secuencias visuales, buscando remates significativos para facilitar la memorabilidad del espacio urbano.





Contrastar zonas de intensa actividad con espacios que reflejen calma y procuren frescura ambiental.

El uso de texturas, colores y materiales similares en una plaza suaviza la configuración irregular de edificios; proporciona mayor homogeneidad y sentido de unidad espacial.



movimiento y hacerlo más placentero. Aquí el movimiento potencial se torna importante: una carretera sugiere dirección y el ojo la recorre tratando de anticipar movimientos próximos; las escaleras amplias aparecerán más suaves e invitarán a ser usadas más que aquéllas estrechas y con pendientes. Del mismo modo, una cadena de espacios parecerá parte de un continuo, siempre y cuando tenga elementos alternados de formas abiertas y cerradas, de manera tal que el espacio aparezca como una incitante y renovada progresión a través de la cual el hombre se pueda desplazar agradablemente.

Proporción y escala

Los espacios difieren en carácter de acuerdo con su forma y sus proporciones, siendo éstas una relación dimensional interna entre los edificios circunvecinos.

Los espacios se juzgan también por su escala con respecto a los objetos que los circundan y al observador. El observador utiliza su dimensión para relacionarse con el espacio, del que obtendrá sensaciones en relación con su escala. Si el espacio es reducido se sentirá importante y central, pero si es grande se sentirá insignificante.

Relación de la edificación con el sitio

Las interrelaciones entre edificios se vuelven complicadas cuando hay que coordinar el diseño de una estructura individual con el del medio urbano considerado como un todo. Las estructuras tienen un patrón de uso, circulación y forma visual que debe corresponder a los patrones que conforman el medio urbano. Por ejemplo, la circulación interna de un edificio viene a ser una continuación del exterior, la forma de los edificios es un elemento fundamental de la configuración del espacio exterior, o el carácter del edificio se relaciona con el sentido de identidad del espacio exterior, razón por la cual la arquitectura y el diseño urbano deberían tratarse conjuntamente.

Configuración del terreno

En un área urbana el espacio puede definirse por las estructuras hechas por el hombre. En un medio natural se definirán por los componentes básicos, como son la tierra, las rocas, el agua y la vegetación que las cubren.

De cualquier manera, el suelo en el que estamos apoyados desempeña una función predominante en el diseño; con una pequeña inspección revelará puntos básicos de la forma de la tierra, sus alturas y las vistas dominantes que deberán ser explotadas. Estos aspectos son de importancia para el diseñador como problemas por resolver y oportunidades que presenta el terreno para ser consideradas y asegurar el éxito de un buen diseño.

Textura del pavimento

La textura puede proveer carácter visual y escala como fondo armonioso que unifica la escena urbana, o puede ser una superficie dominante que comunique los principales patrones y direcciones de un desarrollo. La textura desempeña una importante función al guiar y controlar actividades, distinguiendo carreteras de vías peatonales, vías de ciclistas de calles para automóviles, áreas de juego, superficies de drenado o plazas para descanso y reuniones dependiendo del tipo de pavimento empleado. Si la textura del suelo cobra tal importancia, debe ponerse especial atención y cuidado al manejarla, siempre en concordancia con las actividades que se van a desarrollar.

Actividad visible

Las personas generalmente se interesan por los demás. El ruido y la vista de los humanos en acción es usualmente el hecho primordial de la percepción formal de un plan, pues resulta interesante y entretenido observar y escuchar a la gente en un espacio urbano. El espacio puede enfatizar la visibilidad de acción y de actividad mediante el juego de escala, jerarquía, textura y otros atributos espaciales. La concentración o la mezcla de diferentes actividades para provocar espacios para encuentros, celebraciones o de mutua observación pasiva ayuda a reforzar la conducta visible que estabiliza y enaltece el comportamiento de los usuarios. Además, el espacio abierto deberá proporcionar la sensación de seguridad y privacidad, exponiendo sólo aquellas funciones y/o actividades que el observador y el observado quieran comunicar.

A continuación se ejemplifican algunos criterios que son utilizados comúnmente por el diseñador urbano en la práctica profesional.

Algunos criterios de diseño

Los ingredientes básicos del diseño arquitectónico consisten en el juego de los dos elementos: masa y espacio. La esencia del diseño está en la interrelación de estos dos elementos.

Forma y espacio

La forma arquitectónica es el punto de contacto entre la masa y el espacio.

Debe procurarse mantener la escala humana en los espacios urbanos, utilizando elementos "achaparradores" (árboles o marquesinas) que suavicen el efecto de verticalidad y encajonamiento que producen las calles.

Definiendo el punto de articulación entre la masa y el espacio se afirma la interrelación del hombre con su medio.

Definición del espacio

Se debe pensar acerca del diseño de edificios y de sistemas de circulación, así como establecer volúmenes del espacio que estén en escala con las necesidades del presente.

Estos volúmenes del espacio deben estar inspirados por las formas arquitectónicas. De esta manera se podrá establecer riqueza y variedad en la ciudad, proporcionando congruencia entre las formas arquitectónicas y los espacios a los que sirven como atributos.

Articulación del espacio

Las formas arquitectónicas, texturas, materiales, modulación de luz, sombra y color, son combinadas para imprimir calidad en el medio urbano y como elementos de articulación de los espacios.

Se puede delimitar un espacio recurriendo a elementos estructurales, como las paredes; pero, mejor aún, también se puede infundir al espacio un espíritu que se relacione con las actividades que se dan en él, y que estimulan los sentidos y las emociones de la gente que lo usa.

Configurar una silueta atractiva y significativa que sirva como elemento de identificación en la ciudad.

Espacio y movimiento

El propósito de un diseño es estimular a la gente que usa un espacio; motivación que debería ser un curso continuo de impresiones que asalte los sentidos del observador que se mueva a través de él.

El cambio visual es sólo el comienzo de la experiencia sensorial: los cambios de luz a sombra, de frío a calor, de ruido a silencio, el curso de olores asociado con los espacios y la cualidad táctil del pavimento son todos importantes para un efecto acumulativo sensorial.

Encuentro con el cielo: silueta

El revestimiento de las fachadas que se repiten sin sentido hacia arriba cesa sin mucha gracia antes de lograr alcanzar el cielo. Comúnmente este recurso de diseño se desperdicia, y se incurre en coronar los diseños con chimenea, aire acondicionado y antenas de televisión como símbolos de la relación con el espacio infinito.

El perfil de la ciudad debe ser un elemento dominante en el diseño urbano y deberá reconstituirse como elemento mayor y determinante en la construcción de la ciudad.

Encuentro con la tierra

En la actualidad se tiene muy poco cuidado con los edificios "importantes", puesto que éstos son usualmente neutralizados y desvirtuados por estar localizados en medio de áreas urbanas confusas y deshumanizadas por el tránsito o por pésimas colocaciones de la iluminación y del señalamiento.

La forma en que los edificios se levantan de la superficie determina la cualidad de la totalidad de la estructura urbana. Por tanto, los edificios con algún valor

formal o histórico deben preservarse y tener presencia en la escena urbana.

Puntos en el espacio

En muchos de los edificios modernos se tiende a perder la articulación con el espacio, perdiendo con ello la posibilidad de una relación armónica.

La posición entre los diversos puntos visuales o focales de un espacio constituye una compleja y sutil geometría espacial.

Un punto busca al otro entre un vacío. Se logran tensiones entre ellos y, mientras el observador se mueve en relación de uno con otro, se logra una relación armónica continua y cambiante.

Recesión de planos

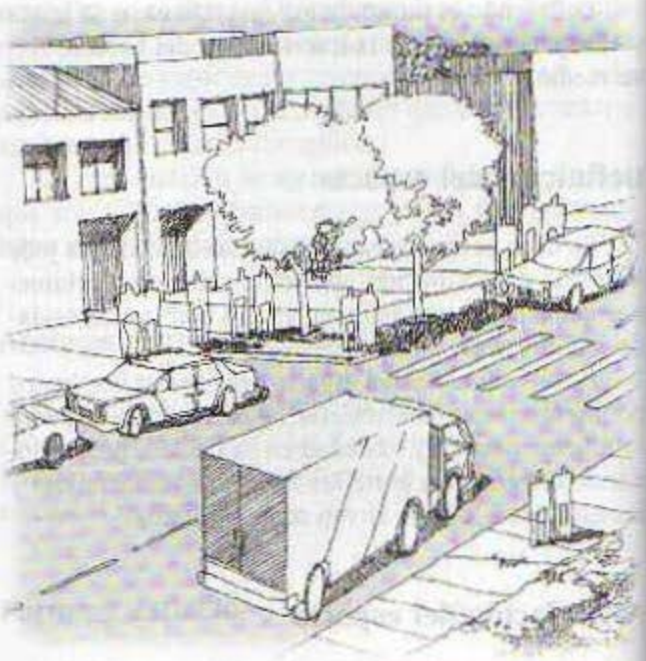
El establecimiento de enlaces en escala entre objetos que se encuentran en diferentes planos, como las escaleras, esculturas, etc., sirven como medidas para ofrecer profundidad. El juego de planos es útil para enfatizar, encuadrar o relacionar los edificios grandes con los pequeños.

Diseño en profundidad

Se debe establecer un sentido de movimiento en la profundidad y en donde las formas arquitectónicas se relacionen unas con otras. El tamaño del espacio deberá hacerse comprensible utilizando formas similares que se pueden reducir desde la perspectiva.

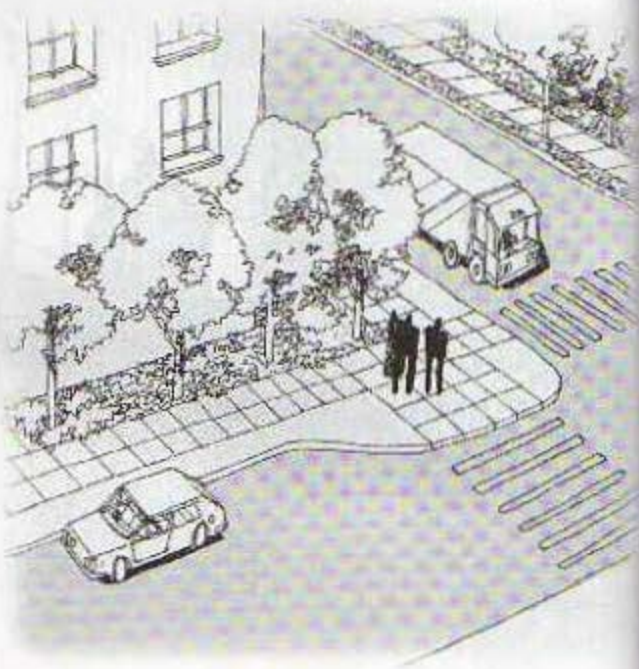
Relación con el hombre

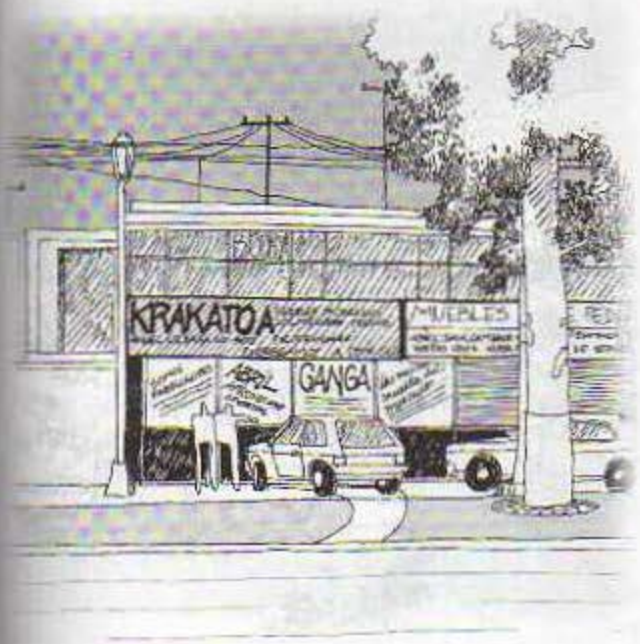
Las formas deben estar en escala, de tal manera que envuelvan a la gente dentro del edificio. Los grandes edificios deberán estar diseñados para establecer una conexión de escala con la gente.



Imprimir variedad, ensanchando la banqueta hasta mitad de la calle, para procurar un lugar de descanso a los peatones y marcar el cruce de la calle.

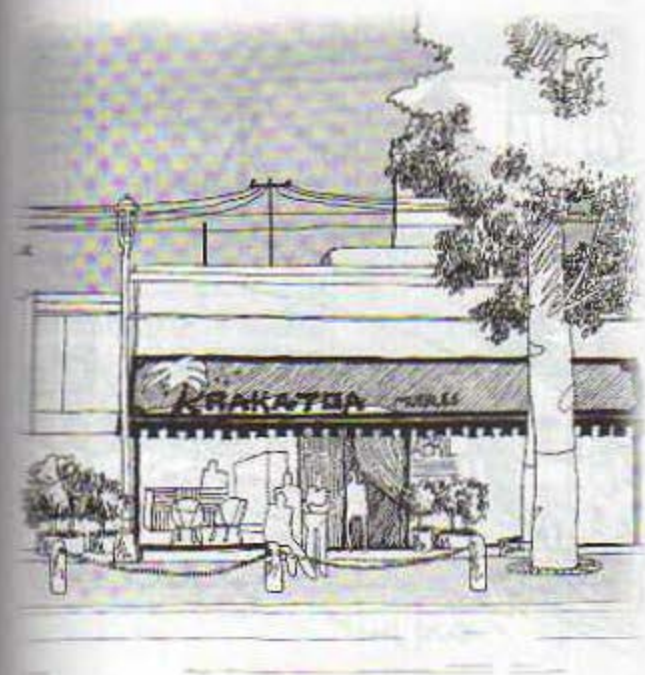
La claridad en la separación de cruces, así como las modalidades de circulación refuerzan la legibilidad del espacio.





El abuso de publicidad provoca caos visual en la escena urbana, pues desvirtúa el carácter del lugar.

Armonizar el diseño del anuncio con el contenido, buscando que el mensaje sea claro y concordante con la arquitectura.



Continuidad de experiencia

La función del diseño en la ciudad es crear un medio armónico para sus residentes. El movimiento a través del espacio crea una continuidad de experiencia derivada de la naturaleza y la forma de los espacios, a través de los cuales el movimiento ocurre. Esto da la clave para el concepto de un sistema de movimiento como fuerza de organización dominante en el diseño urbano.

Continuidades simultáneas

La continuidad de la experiencia espacial en términos de series de sistemas de movimiento basados en diferentes velocidades y en diferentes modalidades de desplazamiento, interrelacionándose unos con otros, ayuda a mejorar nuestro entendimiento de la vivencia en la ciudad.

El diseñador deberá interesarse en las impresiones que un observador puede recibir en el momento de desplazarse en un vehículo o a pie a través de diferentes recorridos por la ciudad.

APLICACIÓN DE CRITERIOS

El éxito de un proyecto urbano en gran medida radica en la imagen que trasmite y en cómo la comunidad urbana lo percibe y lo incorpora a sus referencias mentales de la ciudad. En la medida en que el diseño proyecte con claridad y vigor su imagen, ésta tendrá mayor impacto e influencia en la percepción de los usuarios. De aquí que los edificios tipo caja de vidrio o fraccionamientos residenciales de trazo reticular pasen prácticamente inadvertidos siendo poco memorables, porque son los más ordinarios y porque trasmiten pocos (o nulos) valores de las actividades que en ellos se desarrollan.

La clave para estructurar una imagen consiste en proponer conceptos que aporten y expresen valores formales, espaciales o visuales, con los cuales la comunidad se pueda identificar y le sea posible hacer suyos. En otras palabras, la imagen de un proyecto se basa originalmente en la *interpretación* que el diseñador hace de los valores de la comunidad o del cliente.

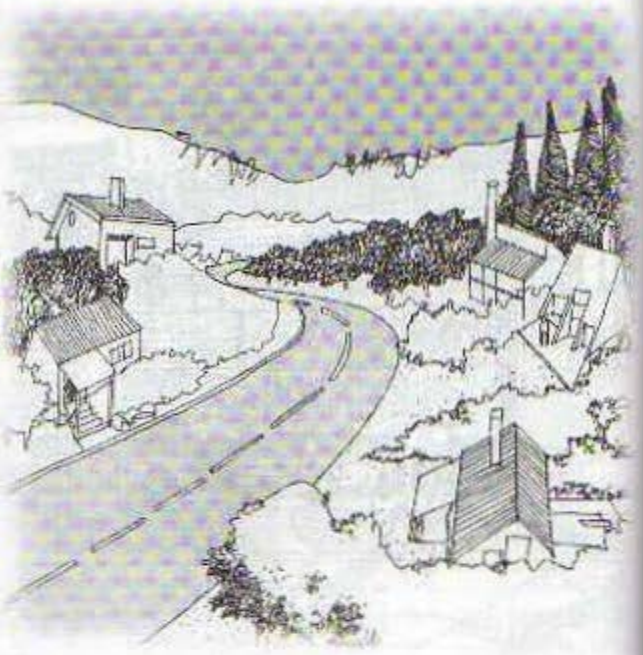
Estructurar la imagen de un proyecto urbano es un ejercicio conceptual; para ello se recomienda combinar

adecuadamente atributos que concilien mejor el conocimiento de la comunidad y de la ciudad, las condicionantes del medio y las necesidades del cliente, seleccionando aquéllos que trasmitan con mayor efectividad la imagen basada en la mezcla de valores y conceptos apropiados.

En el cuadro que aparece en página 96 se ejemplifican los atributos de los conceptos que integran la imagen, sin que se pretenda que sean todos. Al elaborar un proyecto, el diseñador debe tratar de incluir todos los criterios, dándoles a unos más importancia que a otros, según sean los requerimientos de diseño y las condicionantes fisicoespaciales del lugar. Evidentemente, según sea el tipo de proyecto, el diseñador deberá buscar los atributos más apropiados sobre los cuales fundamentar sus conceptos. Articulando lo expuesto en páginas anteriores, a continuación se expone el criterio de aplicaciones de los conceptos.

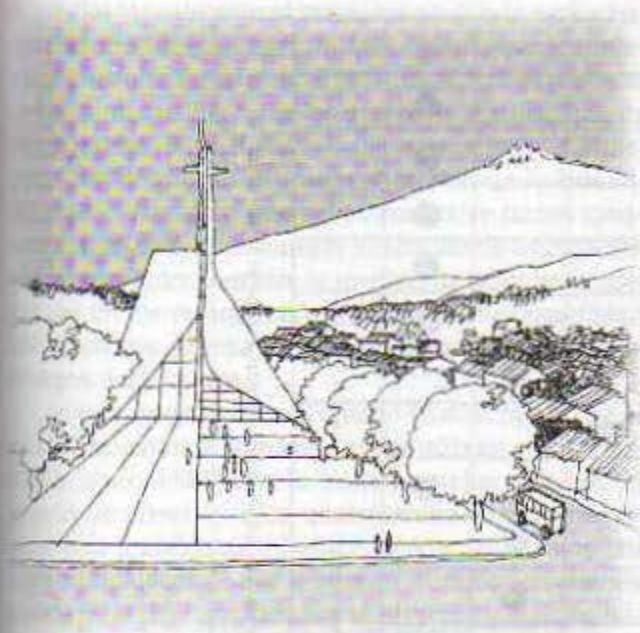
Con el criterio de *identidad*, el diseñador urbano busca imprimir al fraccionamiento o conjunto de edificios una clara relación visual con el entorno urbano, si éste tiene carácter y es fácilmente identificable por la comunidad. Tal sería el caso de construir edificios en una zona colonial respetando sus alturas, los materiales, etc. Pero si el entorno urbano en donde se desarrollará el proyecto es monótono y carece de una clara identidad (como frecuentemente sucede) entonces, con un buen proyecto urbano y arquitectónico, se podrá estructurar la identidad de la zona. Por ejemplo, en zonas residenciales periféricas que son parecidas entre sí y producen confusión visual con respecto a dónde se encuentra uno, al construir, digamos un gran centro comercial o un edificio institucional, éste se convierte en un punto natural de referencia para localizar los fraccionamientos colindantes, dándoles a todos un sentido de lugar.

Con el criterio de *significado*, la obra urbana debe reflejar los valores del estrato socioeconómico al cual están dirigidos, con objeto de establecer un sentido de pertenencia en los nuevos pobladores o usuarios. Por ejemplo, éste sería el caso de proponer grandes avenidas con camellones jardinados en fraccionamientos de lujo, pues trasmiten, al pasar, la "categoría" de las personas que habitan ahí. Por el contrario, si se trata de un conjunto habitacional de interés social, el énfasis recae en mostrar que todas las viviendas son similares en apariencia (aunque no necesariamente en costo y localización), o sea que no hay marcada distinción entre unas y otras. Lo anterior ofrece un significado de igualdad entre la comunidad. Otro ejemplo, una comunidad



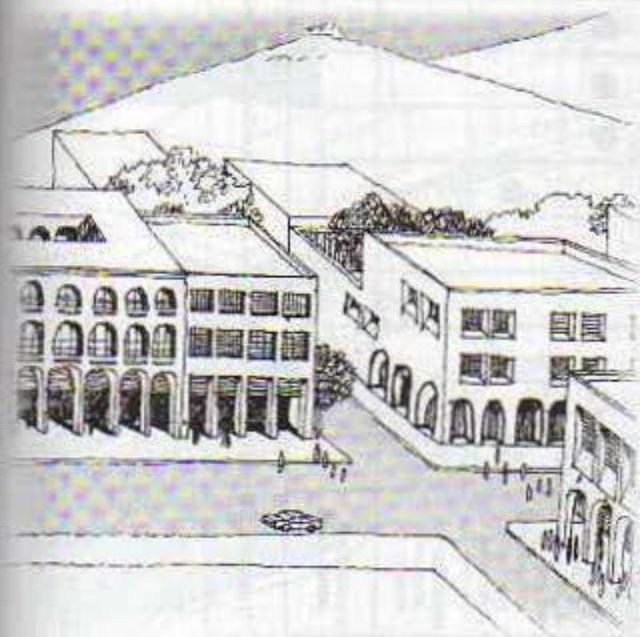
Adaptar la arquitectura a las condicionantes fisicoespaciales del lugar para fortalecer la imagen.

El contenido y el diseño de los anuncios deben respetar y reforzar el carácter del lugar.



En urbanizaciones de la periferia, que son monótonas, construir un edificio visualmente atractivo (iglesia, recreativo o asistencial) fomentará la identidad y el sentido de pertenencia de sus residentes.

Unir armónicamente la arquitectura del pasado con la contemporánea, para sentar constancia del proceso evolutivo de la ciudad.



conservadora buscará que la obra urbana preserve valores del pasado, digamos, estratificando socialmente el proyecto, lo cual se traduce en exclusividad, lograda a través de casetas de control. En caso contrario, una comunidad progresista buscará que la obra urbana refleje su espíritu abierto e innovador invitando a toda la comunidad, sin distinción socioeconómica, para que la visite. Es lógico que, en ambos ejemplos, habrá grupos sociales que se identifiquen con unos u otros valores, pero en cualquier caso, cuando la legibilidad en la imagen es clara y vigorosa, facilitará comprender a la comunidad y a quienes la forman, el proceso de desarrollo urbano (y en última instancia el de la comunidad) del cual forman parte.

El criterio de *legibilidad* se refiere a la función que la obra urbana desempeña dentro del proceso evolutivo de la comunidad y de la ciudad, es decir, ello presupone un conocimiento del pasado y una gran sensibilidad para definir las expectativas de mejoramiento (futuro) que la comunidad tiene, pues aunque la obra se realiza en el presente, debe buscar la aportación de valores que satisfagan esas expectativas. Esto ayuda para que la comunidad se ubique en su proceso evolutivo, pues tiene muestras de hacia dónde tienden sus valores económicos, sociales, formales, etc. Por ejemplo, es indispensable preservar (y remodelar) el patrimonio histórico de las ciudades, sean edificios antiguos o zonas coloniales, pues constituyen una constancia de la evolución de la comunidad y ayudan a integrar su sentido de identidad. De igual modo, hay colonias de gran arraigo popular que son muy conocidas por toda la población por las fiestas que ahí se celebran, los mercados abiertos ubicados en ellas y su folklore. Hay que evitar caer en la anarquía urbana que destruye la cohesión espacial y formal de las ciudades, especialmente de estas zonas históricas o colonias socialmente integradas. En un proyecto urbano se debe considerar cercanamente su relación con el proceso evolutivo de la ciudad y buscar establecer un puente de comunicación visual con el entorno urbano, a manera de facilitar al usuario el entendimiento de la función que desempeña el proyecto en el desarrollo de la ciudad.

Con el criterio de *orientación* se busca facilitar al usuario de la obra urbana su sentido de ubicación, proporcionándole pistas visuales con respecto a la localización de los accesos, recorridos interiores importantes y lugares de interés. En principio, a través del trazo urbano y/o el sembrado de edificios se debe conseguir

Ejemplo de algunos atributos de la imagen*

Atributos y valores / criterios básicos de la imagen	Cultural			Económico	Funcional			Patrimonial		Espacial			Visual			Elementos de diseño						
	Espíritu innovador y prosperista	Apertura al pasado y patrimonio histórico	Acceso exclusivo (elitista) vs. libre entrada (popular)	Foco de paso y distribución de gran centralidad	Capacidad de inversión del entorno	Relación con estructura vial	Relación con equipamiento e instalaciones	Relación con tradición de crecimiento	Relación con monumentos históricos o conmemoraciones	Figuras y elementos naturales	Vías o calzadas especiales	Bordes o líneas de división	Distritos o colonias definidas	Nodos o centros de actividad	Sitios de interés cotidiano o monumental	Fuertes focales	Visión estructurada y secuenciada	Visuales remarcables o panorámicas	Tejido arquitectónico	Escala o relación con el entorno	Proporción y volumen	Profundidad y sombras	Armonía o contraste	Ritmo y decoración	Textura o vano	Color y textura
IDENTIDAD (sentido de lugar)																										
SIGNIFICADO (reflejo de valores de la comunidad o ciudad)																										
LEGIBILIDAD (relación con el proceso histórico de la ciudad)																										
ORIENTACIÓN (claridad visual en nuestro y circulación)																										
DIVERSIDAD (alternativas visuales)																										
COMODIDAD (agrado visual)																										

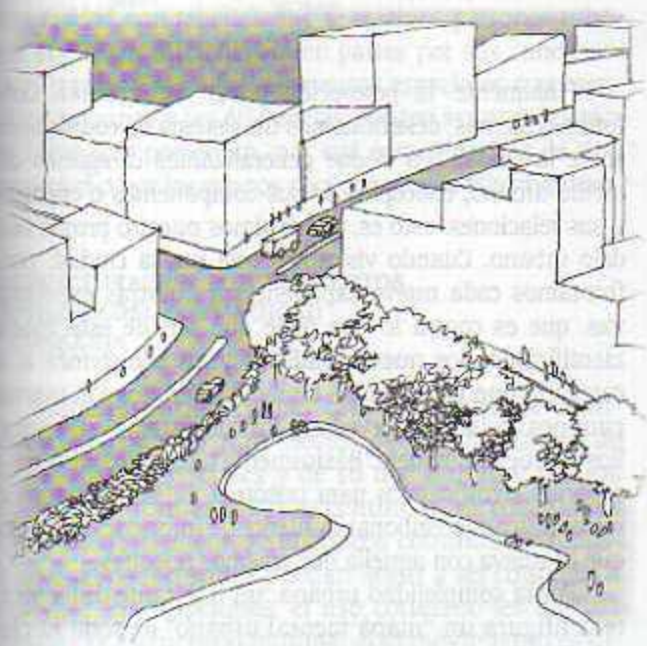
(Adaptación funcional, espacial, formal y visual al lugar)

*Conceptos aplicables en el nivel de un edificio aislado, de grupos de edificios, fraccionamientos o zonas de la ciudad. Con el manejo jerárquico de los atributos se debe configurar la imagen del proyecto urbano.

anunciar visualmente al traseúnte en dónde está y hacia dónde se dirige. Este concepto, al igual que los anteriores, resulta fundamental incorporarlo en el proyecto urbano, ya que hace que los proyectos sean fácilmente memorables, pues el usuario logra asimilarlos e incorporarlos dentro de su "mapeo" mental de la ciudad. Ello no quiere decir que deben realizarse trazos urbanos reticulares, pues aunque el sentido de orientación puede estar bien logrado, la monotonía dificulta la ubicación en los recorridos, y el efecto de memorabilidad de la escena urbana se pierde, así como también la imagen del proyecto.

A este respecto trata el criterio de *diversidad*, con el cual debe evitarse la monotonía no sólo en el trazo urbano, sino también en la misma arquitectura, con el objeto de ofrecerle a los usuarios una experiencia visual más gratificante. Al ofrecer diversidad, se amplían las posibilidades de que un mayor número de usuarios puedan sentirse atraídos por el proyecto y puedan hacerlo mentalmente suyo. Cabe advertir que el exceso de diversidad crea confusión visual, por lo que ésta debe manejarse con sutileza.

Estructurar la vialidad primaria de una manera clara y fácilmente entendible por la población, que ligue los diversos orígenes y destinos de la zona o ciudad. Ofrecer pistas visuales (como un parque o monumentos) que sirvan de punto de referencia en la orientación de los recorridos.



Por último el criterio de *comodidad* en la imagen se refiere al agrado visual que la obra urbana debe ofrecer al usuario para que éste la acepte plenamente. Lo anterior implica que el diseñador debe mostrar talento para ofrecer a la comunidad algo de su gusto, aportando valores formales o espaciales que los estimulen sensorialmente. Lo dicho no debe confundirse con el sentido mercantil del desarrollo urbano (digamos en los fraccionamientos tipo clase media o edificios de condominios), los cuales buscan atraer compradores produciendo bienes estilo francés o inglés. Esto desvirtúa los valores formales de la comunidad y crea poca legibilidad, o sea, confusión con respecto a su función en el desarrollo de la ciudad. Resulta fundamental, pues, respetar (o al menos considerar) los valores formales y espaciales de cada ciudad o zona urbana, con el fin de mantener una calidad ambiental urbana y con ello una imagen clara.

ESTRUCTURA VISUAL

La estructura visual es complementaria a la imagen urbana descrita anteriormente. Si bien, la imagen urbana se orienta más hacia el contenido y los valores de los espacios urbanos, la estructura visual versa sobre cómo éstos son percibidos por los habitantes de la ciudad.

El conocimiento sobre la ciudad ayuda a los habitantes en lo individual y a grupos sociales a tomar decisiones sobre una base de información visual común para funcionar armónicamente dentro del medio urbano. Una información visual articulada atrae la atención a la ciudad y a sus espacios de valor patrimonial, social o económico que son de interés para todos; estimula el encuentro y la participación de sus habitantes, en cambio, la información visual fragmentada o aislada de la ciudad propicia percepciones equivocadas e indiferencia por parte de los usuarios.

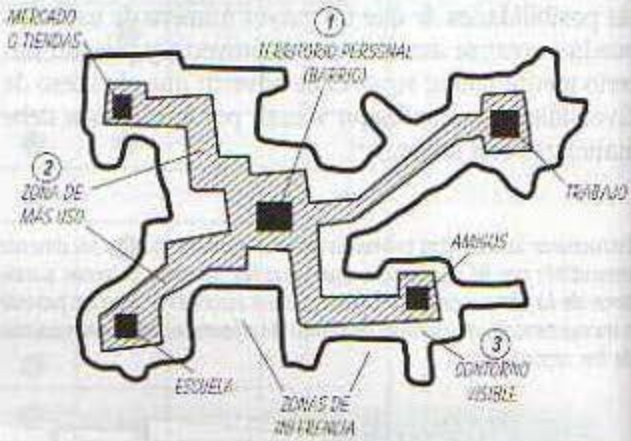
Kevin Lynch, en su conocido libro *Imagen de la Ciudad*, plantea unos elementos conceptuales con los que es posible "leer visualmente" al medio urbano partiendo de la experiencia de los habitantes que recorren la ciudad. Por la pertinencia del tema, vale recordarlos aquí: los *nodos* son los lugares de encuentro de la población, de concentración de actividades, o de congestionamiento en la circulación de la población, las *sendas* son los recorridos principales; los *hitos* son los puntos focales;

los *distritos* son áreas de uso de suelo o de morfología urbana uniforme como pueden ser las habitacionales, las comerciales, las de oficinas y otras; las *barreras* son los límites perceptibles ocasionados por masas montañosas o de vegetación u obstáculos como vías férreas o vías rápidas urbanas. En teoría, el conjunto de estos elementos ayudan al habitante a construir su "mapa mental" de la ciudad y de los lugares que frecuenta; de modo que si éstos son visualmente claros y articulados, el mapa mental será "memorable" y será un gran apoyo en el conocimiento de su medio urbano; por el contrario, si estos elementos son apenas visibles, si unos tienen presencia en la escena urbana y otros son inexistentes, si en vez de ser continuos y uniformes se presentan fragmentados, o bien si están desarticulados entre sí, él usuario tendrá un conocimiento muy restringido del medio urbano en el que habita.

Pero en la práctica, la experiencia en la percepción urbana de un habitante de la ciudad más bien puede tomar la forma de "zonas o franjas concéntricas" que son identificadas como: 1. la zona de su territorio personal (la colonia o barrio en que habita); 2. la zona que más usa o por la que transita frecuentemente; 3. una zona de contorno que es visible por el habitante alrededor de las dos primeras, y 4. la zona indirecta o aquella que se infiere de la observación o de la experiencia de otros. La percepción típica de un habitante es que toma como base a su vivienda (y su barrio), a partir de él estructura su conocimiento de la ciudad y generalmente la conforma inicialmente a base de "islotes urbanos", como lo son los centros comerciales, los lugares de trabajo, las áreas de equipamiento y otros. De aquí que la forma espacial del conocimiento urbano se configura en la realidad en la forma de una estrella que conecta su zona de vivienda con los islotes a los que concurre, a través de tentáculos que son las vías de circulación (*véase* croquis).

Según Donald Appleyard (1976), hay tres modalidades de percepción urbana, las que dependen del ambiente urbano, del estado de ánimo del usuario y de la función que le asigna a la escena urbana. En la modalidad *operativa*, el medio urbano es visto como un juego de acciones o de comportamiento personal por parte del usuario. De hecho recordamos las partes de la ciudad por las cosas que hicimos ahí sin que intervenga mucho la escena urbana. Por ello, aunque parezca inconsecuente: el señalamiento importante, los anuncios prominentes, las entradas a lugares que necesitamos, las salidas de vías rápidas, las paradas, puntos de conflicto que se deben evitar, coladeras destapadas u otros, son recordados distintivamente por los usuarios, porque son esenciales como referencias visuales en sus recorridos por la ciudad.

En circunstancias en que se requiere menor concentración para llegar a su destino, estando el usuario más relajado y circula en otro horario fuera de las horas pico, éste tiene mayor tiempo de *percepción* y de *apropiación* del medio urbano, por lo que hay tiempo para percibir los elementos de conformación de la imagen urbana, en la arquitectura de edificios, su silueta, su valor histórico, la configuración del espacio, u otros. Los árboles, el cielo y las nubes, o algunos anuncios llamativos son también percibidos por el habitante, del mismo modo que algunos atributos estéticos del ambiente urbano, como colores, texturas, sonidos, u olores, que por ser agradables o desagradables son registrados de la misma manera.



Finalmente, la percepción puede ser *inferida*. Conforme crecemos, desarrollamos un sistema de codificación sobre la ciudad, en el que generalizamos categorías del medio urbano, conceptos de sus componentes o espacios y sus relaciones; esto es, construimos nuestro propio modelo urbano. Cuando visitamos una nueva ciudad, confrontamos cada nueva experiencia a nuestras expectativas, que es contra lo que tiene que ser; de este modo, identificamos los nuevos edificios y los sometemos a la categoría que ya tenemos; también inferimos los nuevos patrones sociales observados y los comparamos con aquellos de nuestro modelo. Básicamente retenemos edificios y espacios significativos para nosotros y discriminamos el resto, buscando embonar la fuente de información directa que es nueva con aquella que traemos nosotros.

Por la complejidad urbana, un habitante difícilmente configura un "mapa mental urbano" de toda la ciu-

dad, por lo que más bien construye "mapas secuenciales" de como percibe la parte de la ciudad que más le interesa y utiliza, por lo que se confirma la importancia del *sistema de recorridos* como estructuradores visuales de la ciudad; más aún porque los recorridos son líneas de circulación personal más que canales de desplazamiento. Si bien los "mapas secuenciales" son muy importantes como apoyo para el entendimiento de la ciudad, hay una variedad enorme de métodos que los habitantes utilizan para conceptualizar su ciudad. Pero dependiendo de su tipología, este "mapeo" se podría agrupar en:

Estructuración por asociación: diferencias y patrones

Esta forma de estructuración visual depende de la habilidad de diferenciar las distintas partes de la ciudad, asociándolas en grupos y patrones. Esta estructuración no depende de ningún conocimiento previo sobre la continuidad de la morfología urbana o secuencia espacial dentro de la ciudad, ni de un sentido de posición y dirección de los espacios con respecto al habitante. En la forma más desarrollada, la estructura por asociación permite al habitante *ubicarse* a sí mismo dentro de un contexto urbano. El éxito depende de sus experiencias previas y de patrones simétricos o regulares que la ciudad le ofrece, pues le ayudan a estructurar por asociación las partes de la ciudad que frecuenta. Una ciudad con repeticiones de mismos patrones urbanos puede ser diferenciada en partes por sus simetrías. Estas partes pueden ser elementos espaciales o secuenciales comunes y las diferencias pueden ser por el carácter físico que presentan, por sus características de tipo funcional o por los grupos sociales que en ellas habitan.

Estructuración por elementos topológicos: continuidad y conexión

Estructurar una ciudad con un criterio de continuidad depende en gran medida de la organización de elementos secuenciales y de su uso habitual por los usuarios, de formas urbanas continuas, de conexiones visibles y de elementos simbólicos continuos. No obstante que los recorridos puedan llegar a ser confusos o presentar interrupciones, el uso cotidiano les da una coherencia estructural mínima, si el movimiento es directo, continuo y rápido; lo que propiciará que sean registrados mentalmente como continuos. Aparte de la continuidad de movimiento, la continuidad de la forma espacial, la uniformidad en la escala de las edificaciones, la repetición del mobiliario urbano, señalamiento y vegetación, entre otros, contribuyen a darle continuidad a los recorridos.

Para reforzar la estructura topológica de la ciudad es necesario darle claridad visual a las intersecciones y derivaciones viales, de modo que las alternativas de destinos se presenten con claridad al habitante. Para ello, adicionalmente se puede usar un sistema de símbolos (nombres, números, flechas, croquis) para complementar la continuidad. Del mismo modo, la continuidad de elementos espaciales como distritos uniformes, así como la presencia de ríos que atraviesan parte de la ciudad (aunque estén secos) son elementos topológicos estructuradores de la ciudad.

Estructuración por posicionamiento: diferencias y distancia

Esta estructuración le ofrece al habitante un claro sentido de la distancia y dirección hacia los puntos importantes de la ciudad, aunque no tenga idea de cómo llegar a ellos. Este método depende principalmente de factores ambientales y de la consistencia de la dirección, de la claridad si hay un cambio de dirección, de una alta visibilidad para ver hacia dónde se dirige y de una escala urbana adecuada que permita observar puntos de referencia urbanos a distancia. Aquí los planos de la ciudad son importantes ya que ofrecen un posicionamiento exacto del habitante, aunque no revelen nada de la topología urbana, de la función o estructura social de la ciudad. De aquí que resulte relevante que edificaciones de valor patrimonial, social o económico de la ciudad, así como las montañas o grandes hitos sean visibles al usuario, pues le permiten posicionarse en su recorrido, y evaluar la distancia que le falta para llegar a su destino. Este método debe contener elementos que tienen una clara estructura direccional, preferentemente patrones urbanos regulares o reticulares. Los elementos que la componen deben estar dispuestos de manera regular en los recorridos y deben tener un alto grado de visibilidad hacia el interior de los distritos que atraviesa, con intersecciones sencillas en ángulo recto que faciliten el sentido de orientación.

En nuestro medio, por lo general el habitante recurre a los tres métodos indistintamente para recolectar la información visual que necesita para hacer su recorrido. Esto genera confusión por la información visual fragmentada o aislada y bastante frustración al usuario, ya que si se sale de recorridos experimentados le resultará fácil perderse y difícil rehacer su recorrido. De los métodos, aquel que usa la *topología* como elemento estructurador urbano es el que requiere menor destreza de parte del usuario pero una mayor familiaridad en los recorridos, y parece ser el más útil de los tres; el que recurre a la *asociación* de patrones urbanos por características, rasgos sociales o funciones es el que puede aportar mayores beneficios al habitante, y aquel que utiliza elementos para ayudar a *posicionar* al habitante dentro de la ciudad es el que demanda el más alto nivel de conceptualización pero es el menos utilizado por los habitantes.

Si bien el elemento visual predominante con el que se puede estructurar como unidad un proyecto urbano es el *sistema de recorridos* sobre el que los habitantes construyen sus "mapas secuenciales", no significa que el espacio urbano o la plaza y su envolvente (los nodos), los hitos, distritos y demás elementos conceptuales que menciona Lynch deban ser excluidos. Este *sistema de recorridos* pone el acento en los desplazamientos de la población en la ciudad, pero no en la permanencia de la población en los espacios urbanos en donde habitan, se recrean o trabajan. Ambos son importantes y el diseñador urbano deberá procurar combinarlos armónicamente dentro de su proyecto urbano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Appleyard, D., *Planning a Pluralist City*. MIT Press, Cambridge. 1976.

Bentley, Alcock, Murrain, McGlynn y Smith, *Entornos vitales*, Gustavo Gili, 1999.

Favole, Paolo, *La plaza en la arquitectura contemporánea*, Gustavo Gili, 1995.

Hesselgren, S., *El hombre y su percepción del ambiente urbano*, Limusa, México, 1980.

Holokan, Charles, *Psicología ambiental. Un enfoque general*, Limusa, México, 1994.

Jacobs, Alan, *Great Streets*. MIT Press, 1994.

Katz, Peter, *The new urbanism, Towards an architecture of community*. McGraw-Hill, 1994.

Lang, T., C. Burnette, W. Moleski y D. Vachon, *Designing for Human Behavior*. Hutchinson and Ross, Nueva York, 1974.

Lynch, K., *The Imagen of the City*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1960. En español, *La imagen de la ciudad*, Gustavo Gilli, 1987.

_____, *What Time is this Place*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1972.

Rappoport, A., *Aspectos humanos de la forma urbana*, Gustavo Gili, Barcelona, 1989.

Schjetnan, Mario, *Principios de diseño urbano ambiental*, Concepto, 1985.

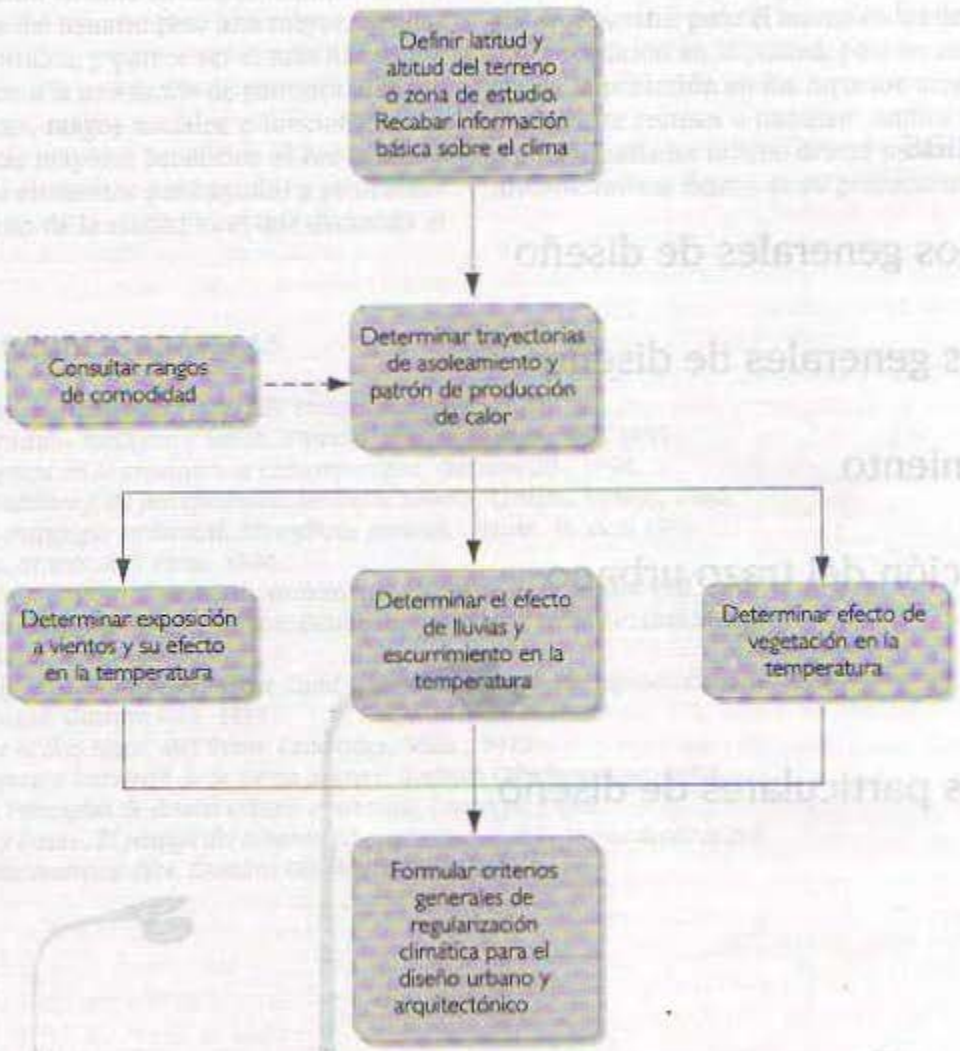
Sellicoe, Geoffrey y Susan, *El paisaje del hombre. La conformación del entorno desde la prehistoria hasta nuestros días*, Gustavo Gili, Barcelona, 1995.

4

Análisis del clima

- Problemas
- Principios generales de diseño
- Criterios generales de diseño
- Asoleamiento
- Orientación del trazo urbano
- Vientos
- Criterios particulares de diseño

METODOLOGÍA DE DISEÑO: ANÁLISIS DEL CLIMA



PROBLEMAS

Si el asoleamiento no se considera como factor importante dentro del diseño urbano, el trazo de calles y la lotificación serán deficientes, ocasionando en climas tropicales y desérticos altas temperaturas en espacios abiertos, calles y viviendas.

Si no se estudia el volumen de la precipitación pluvial podría haber problemas de inundaciones o estancamiento de agua en las calles y áreas públicas.

Cuando los vientos dominantes no se aprovechan en el diseño los espacios cerrados y sofocantes producen malestar a sus usuarios. En climas cálidos, la carencia de ventilación adecuada intensifica la absorción de calor.

La deforestación masiva afecta al microclima del lugar, propiciando temperaturas extremas, exposición indeseable a vientos, escurrimientos y erosión; poca recarga de mantos acuíferos, etc. Ello tiene repercusiones sobre la flora y la fauna de la zona.

PRINCIPIOS GENERALES DE DISEÑO

Para lograr un diseño urbano eficiente se debe buscar la manera de aprovechar las condiciones climáticas favorables y matizar las condiciones desfavorables.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Dando una orientación adecuada a las calles y por consiguiente a los lotes, se estarán aprovechando los elementos del clima, logrando un diseño adaptado al medio.

Se deben aprovechar los vientos para propiciar frescura en los espacios abiertos, matizando los vientos fuertes o indeseables con obstáculos naturales o artificiales.

Las lluvias revitalizan el medio natural. En zonas de mucha precipitación hay que propiciar su escurrimiento al mar, a cauces o embalses y utilizar los cuerpos de agua como elementos de diseño. En zonas desérticas hay que concentrar la lluvia en zonas verdes para favorecer la recarga de mantos acuíferos y con ello la proliferación de vegetación. El agua de lluvia puede ser tratada y reciclada para riego o como agua potable.

La incorporación en términos de diseño de estos elementos del clima se traduce también en beneficio económico, pues se reducen gastos de mantenimiento de calles y áreas verdes, así como de aire acondicionado de las edificaciones.

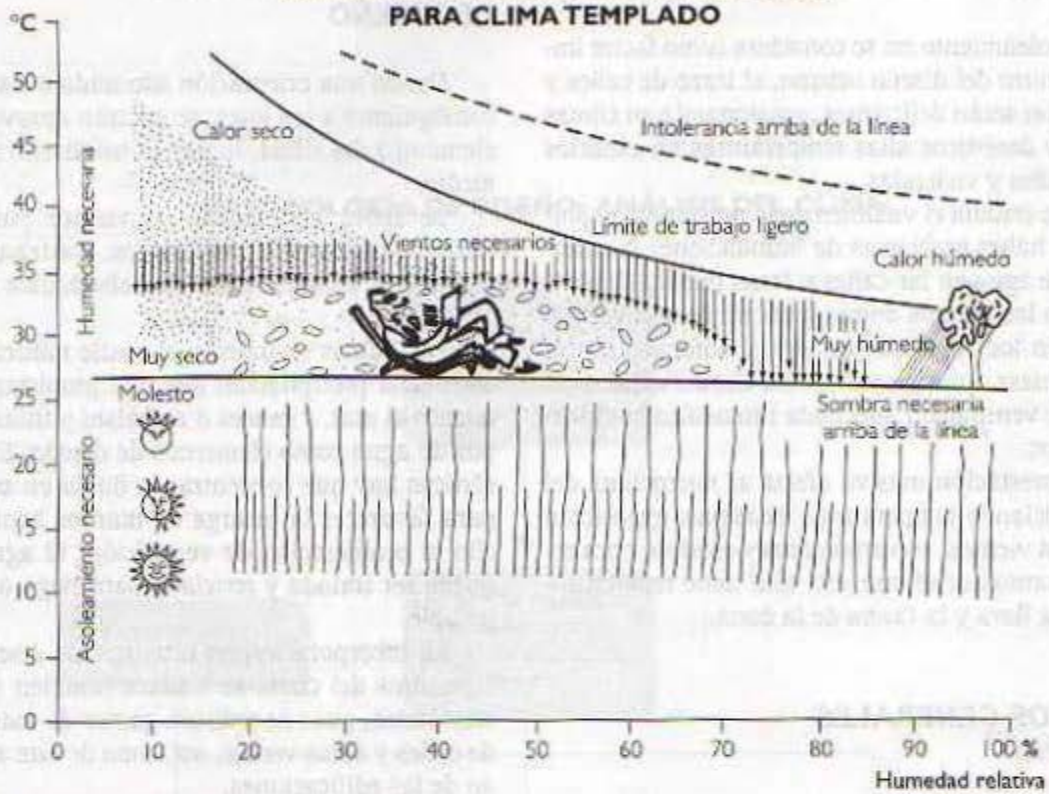
Normas y requerimientos

Rangos de comodidad de temperatura

	Temperatura media anual 20-25 °C		*Temperatura media anual* 15-20 °C		*Temperatura media anual menor de* 15 °C	
Humedad relativa (porcentaje)	*Día*	*Noche*	*Día*	*Noche*	*Día*	*Noche*
0-30	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12-21
30-50	25-31	17-24	22-30	20-27	20-29	12-20
50-70	23-29	17-23	21-28	19-26	19-26	12-19
70-100	22-27	17-21	20-25	18-24	18-24	12-18

FUENTE: Naciones Unidas, *Climate and House Design*, p. 26.

GRÁFICA DE RANGOS BIOCLIMÁTICOS PARA CLIMA TEtemplado



ORIENTACIONES DE ESPACIOS PARA VIVIENDA

Espacio	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Recámaras								
Sala								
Estudio								
Comedor								
Cocina								
Baño								
Lavadero								
Terraza								
Tendedero								
Garaje								
Jardín								

Recomendable Aceptable Inaceptable o indiferente

CUADRO DE CONDICIONES CLIMÁTICAS EN CLIMA Ttemplado

Tacubaya	1951-1980
Clima	Cb(w")(W)(i")g
Régimen	Semifrío
Latitud	19° 24'
Longitud	99° 12'
Altitud	2308 msnm

	Parámetros	u	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperaturas															
a	Máxima extra	°C													33.0
a	Máxima	°C													23.4
a	Media	°C													13.6
a	Mínima	°C													9.6
a	Mínima extrema	°C													-9.5
Humedad															
a	HR Máxima	%													79.3
a	HR Media	%													59.7
a	HR Mínima	%													40.1
Precipitación															
a	Media	mm													816.2
Radiación solar															
b	Radiación máxima directa	W/m²													461.6
b	Radiación máxima difusa	W/m²													204.2
b	Radiación máxima total	W/m²													665.6
a	Insolación total	h													1,978.2
Fenómenos especiales															
c	Días despejados	Días													84.28
c	Días nublados	Días													144.28
c	Días nublados	Días													128.93
Viento															
a	Dirección dominante			E	E	W	NE	N	N	NW	NW	N	NW	N	NE	N
a	Velocidad media	m/s		0.7	0.9	1.9	0.9	1.2	1.1	0.9	0.9	0.8	1.0	0.9	0.8	0.7
a	Velocidad máxima	m/s		1.8	2.4	1.9	1.5	1.2	1.3	1.4	1.1	0.9	1.0	1.5	2.3	1.8

a Normas Climatológicas de la red sinóptica de superficie y estaciones climatológicas de primer orden, (1951, 1980). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos D. G. S. M. N.
b Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la República Mexicana. J. F. Zayas. UNAM. 472, 1983.
c Atlas del agua de la República Mexicana, SARH.
d Datos calculados.

Fuente: Cuadro elaborado por el Dr. Manuel Rodríguez Viqueira y el Arq. Víctor Fuentes Freixenet.

ASOLEAMIENTO

En un país con diversidad de climas, en el que el asoleamiento varía de estación en estación y de hora en hora, se vuelve importante conocer las trayectorias solares para contar con información que ayude a resolver problemas de exposición solar y sombras.

Para ello en las tablas siguientes se presentan las inclinaciones solares cada cinco paralelos de latitud Norte, en las fechas críticas de diciembre 22, marzo 21, septiembre 23 y junio 21. Éstas son las fechas en las que las condiciones de asoleamiento son extremas.

En el mapa lateral se aprecian los paralelos que atraviesan el país.

Los diagramas solares y las tablas se deben usar directamente para las latitudes indicadas. Para latitudes intermedias se pueden interpolar los datos presentados.

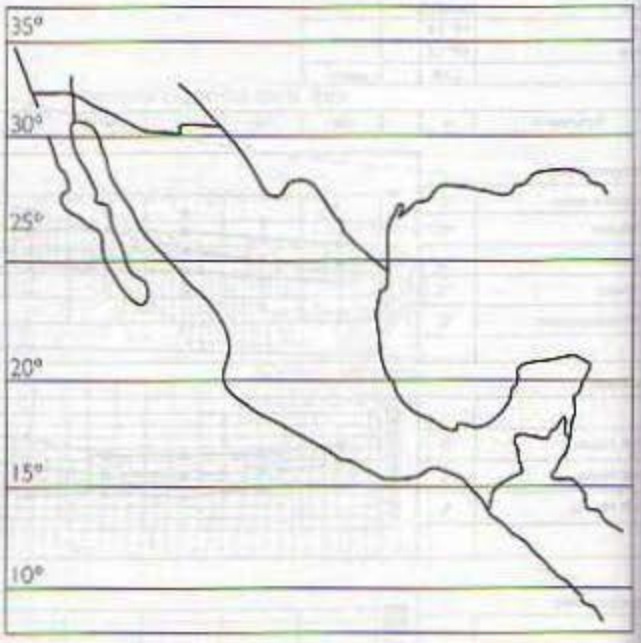
La posición del Sol con respecto a cualquier punto de la superficie de la Tierra se define con el ángulo de *azimut* y con el ángulo de *altitud*. Obviamente, estos ángulos quedan determinados por la latitud, la fecha y la hora del lugar que se interese obtener el asoleamiento.

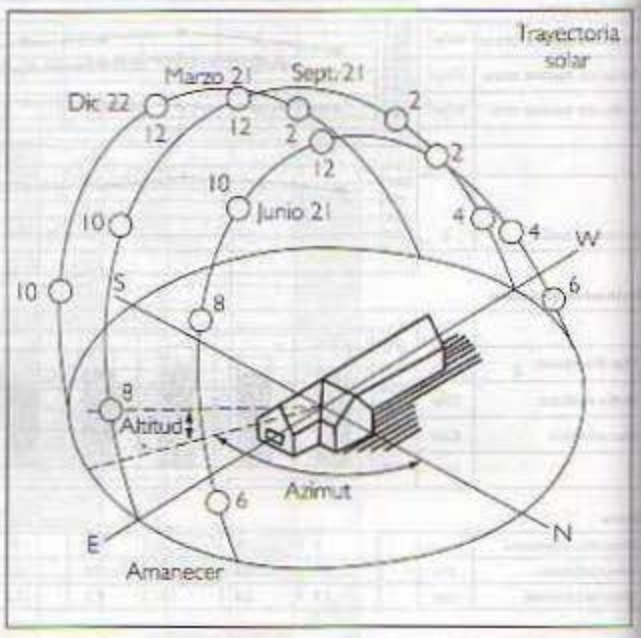
El azimut es un ángulo que se mide horizontalmente desde el meridiano Norte en topografía; pero en análisis bioclimático, como se presenta en las siguientes tablas y gráficas, se emplea el meridiano Sur. Para las horas de la mañana se mide en la dirección Este y para las horas de la tarde se mide en la dirección Oeste.

La altitud es un ángulo que se mide verticalmente, entre el Sol y el plano horizontal del horizonte. Hay que advertir que el meridiano Norte es el verdadero Norte, y no el norte magnético, que está ligeramente desviado.

Los diagramas solares y las tablas se pueden aplicar en el hemisferio Sur, simplemente trasponiendo las fechas de verano por las de invierno y las de otoño por las de primavera. La declinación del Sol varía para cada día del año de aproximadamente 23° 27' Norte a 23° 27' Sur. Cuando la declinación es al Norte, entonces éstas se suman, y cuando es al Sur, se restan.

Por ejemplo: determinar la penetración solar en los portales de una plaza, en junio 21, a las 13:00 h, en una latitud de 22° N. En las tablas se buscan los ángulos azimut y altitud, para lo cual se tiene que interpolar. El azimut en 20° N a las 13:00 h, es de 106° 37'. Para 25° N a la misma hora es de 86° 40'. Por interpolación se tiene para 22° N un azimut de aproximadamente 99° medidos a partir del Sur hacia el Oeste porque es la tar-





FUENTE: Gráficas solares (pp. 107 a 111) fueron elaboradas por el doctor Manuel Rodríguez Viqueira y el arquitecto Víctor Fuentes Freixenet.

AZIMUT Y ALTURA DEL SOL

Azimut a partir del Sur, hacia el Este en la mañana y hacia el Oeste en la tarde.

10° Latitud Norte

Invierno diciembre 21			
Hora solar		Altura	Azimut
06:18	17:42	0° 00'	66° 10'
7	17	9° 29'	63° 57'
8	16	22° 29'	59° 18'
9	15	34° 44'	52° 07'
10	14	45° 30'	40° 53'
12	13	53° 28'	23° 30'
12		56° 33'	0° 00'
Duración del día			11:25

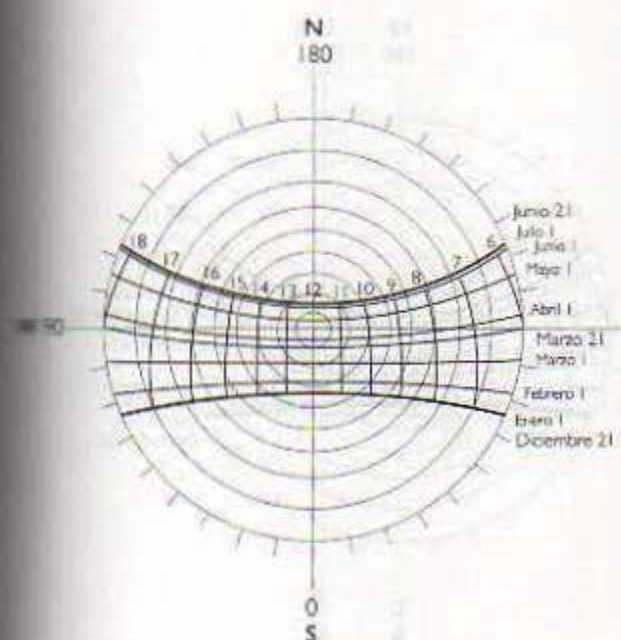
Primavera-otoño marzo 21-septiembre 23			
Hora solar		Altura	Azimut
6	18	0° 00'	90° 00'
7	17	14° 46'	87° 20'
8	16	29° 30'	84° 16'
9	15	44° 08'	80° 09'
10	14	58° 31'	73° 15'
11	13	72° 02'	57° 03'
12		80° 00'	0° 00'
Duración del día			12:00

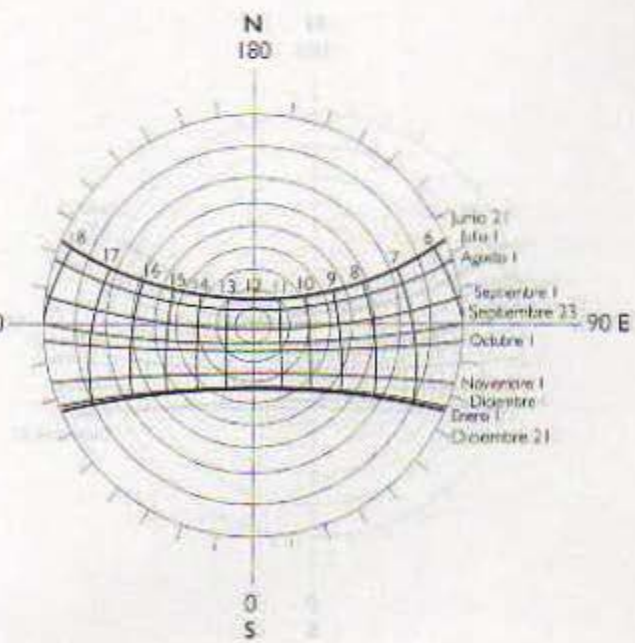
Verano junio 21			
Hora solar		Altura	Azimut
05:42	18:17	0° 00'	113° 50'
6	18	3° 57'	113° 08'
7	17	17° 38'	111° 35'
8	16	31° 23'	111° 27'
9	15	45° 04'	113° 17'
10	14	58° 22'	118° 58'
11	13	70° 21'	135° 04'
12		76° 33'	180° 00'
Duración del día			12:35

GRÁFICA SOLAR

Proyección estereográfica

10° Latitud





AZIMUT Y ALTURA DEL SOL

Azimut a partir del Sur, hacia el Este en la mañana y hacia el Oeste en la tarde.

15° Latitud Norte

Invierno
diciembre 21

Hora solar		Altura	Azimut
06:27	17:33	0° 00'	65° 40'
7	17	7° 15'	63° 17'
8	16	19° 53'	57° 39'
9	15	31° 34'	49° 35'
10	14	41° 38'	37° 51'
11	13	48° 50'	21° 09'
12		51° 33'	0° 00'
Duración del día			11:06

Primavera-otoño
marzo 21-septiembre 23

Hora solar		Altura	Azimut
6	18	0° 00'	90° 00'
7	17	14° 28'	86° 02'
8	16	28° 52'	81° 30'
9	15	43° 04'	75° 29'
10	14	56° 46'	65° 51'
11	13	68° 54'	45° 59'
12		75° 00'	0° 00'
Duración del día			12:00

Verano
junio 21

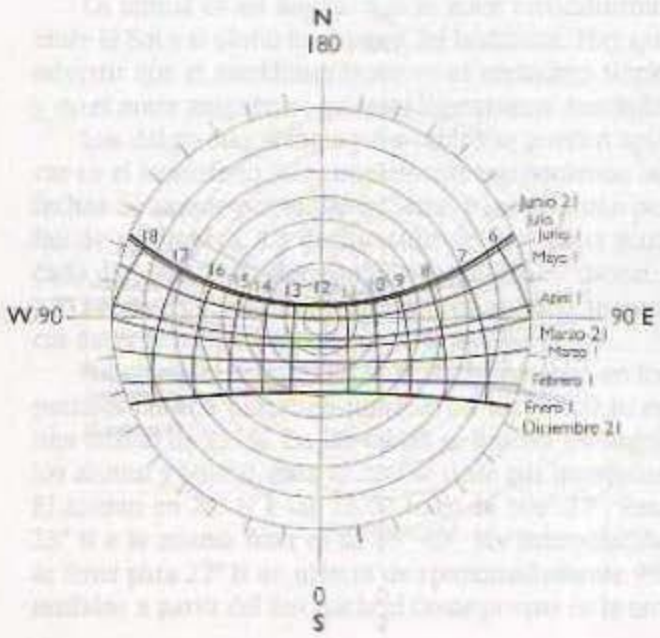
Hora solar		Altura	Azimut
05:33	18:27	0° 00'	114° 20'
6	18	5° 54'	112° 44'
7	17	19° 24'	110° 01'
8	16	33° 06'	108° 29'
9	15	46° 51'	108° 27'
10	14	60° 30'	111° 17'
11	13	73° 31'	123° 09'
12		81° 33'	180° 00'
Duración del día			12:54

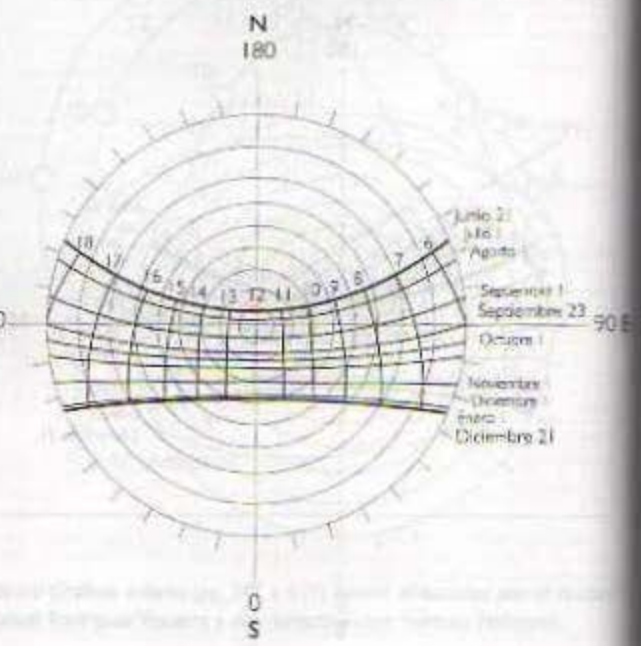
GRÁFICA SOLAR

Proyección estereográfica

15°

Latitud





AZIMUT Y ALTURA DEL SOL

Azimut a partir del Sur, hacia el Este en la mañana y hacia el Oeste en la tarde.

20° Latitud Norte

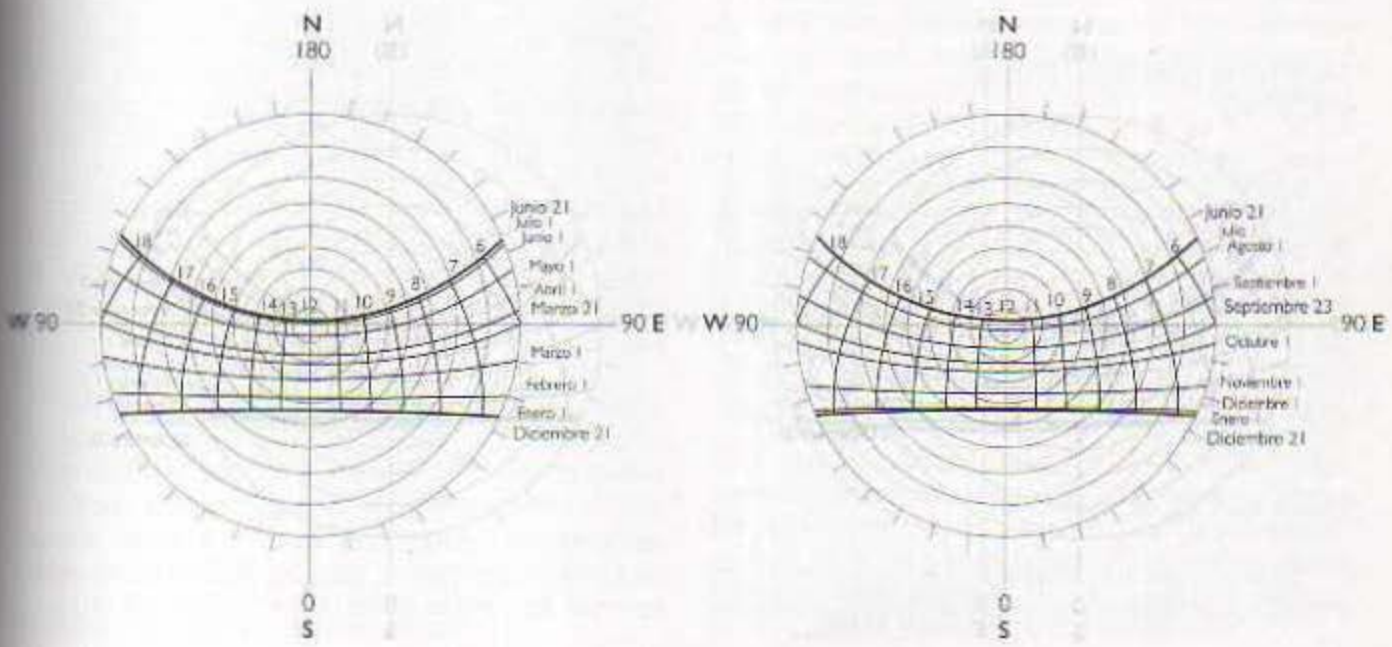
Invierno diciembre 21			
Hora solar		Altura	Azimut
06:37	17:23	0° 00'	64° 56'
7	17	4° 59'	62° 48'
8	16	17° 09'	56° 15'
9	15	28° 15'	47° 26'
10	14	37° 37'	35° 23'
11	13	44° 09'	19° 19'
12		46° 33'	0° 00'
Duración del día			10:47

Primavera-otoño marzo 21-septiembre 23			
Hora solar		Altura	Azimut
6	18	0° 00'	90° 00'
7	17	14° 04'	84° 45'
8	16	28° 01'	78° 49'
9	15	41° 38'	71° 07'
10	14	54° 28'	59° 21'
11	13	65° 11'	38° 04'
12		70° 00'	0° 00'
Duración del día			12:00

Verano junio 21			
Hora solar		Altura	Azimut
05:24	18:27	0° 00'	115° 03'
6	18	7° 49'	112° 11'
7	17	21° 03'	108° 17'
8	16	34° 33'	105° 17'
9	15	48° 13'	103° 12'
10	14	61° 58'	102° 34'
11	13	75° 39'	106° 37'
12		86° 33'	180° 00'
Duración del día			13:13

GRÁFICA SOLAR 20°

Proyección estereográfica Latitud



AZIMUT Y ALTURA DEL SOL

Azimut a partir del Sur, hacia el Este en la mañana y hacia el Oeste en la tarde.

25° Latitud Norte

Invierno
diciembre 21

Hora solar		Altura	Azimut
06:47	17:13	0° 00'	63° 57'
7	17	2° 41'	62° 31'
8	16	14° 20'	55° 05'
9	15	24° 49'	45° 37'
10	14	33° 29'	33° 22'
11	13	39° 25'	17° 54'
12		41° 33'	0° 00'
Duración del día			10:26

Primavera-otoño
marzo 21-septiembre 23

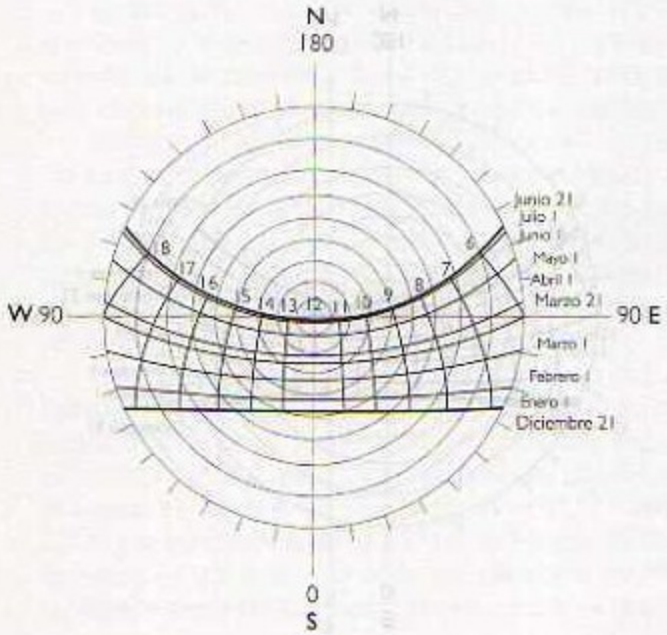
Hora solar		Altura	Azimut
6	18	0° 00'	90° 00'
7	17	13° 34'	83° 32'
8	16	26° 56'	76° 17'
9	15	39° 51'	67° 05'
10	14	51° 42'	53° 47'
11	13	61° 05'	32° 22'
12		65° 00'	0° 00'
Duración del día			12:00

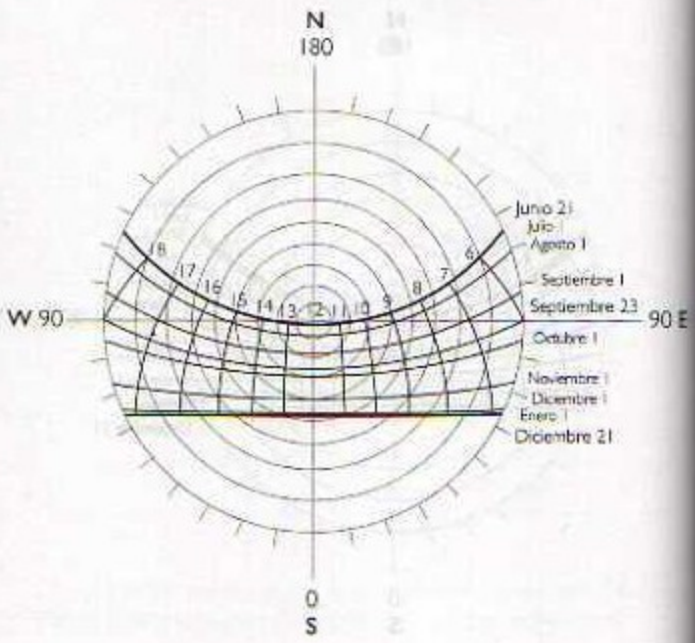
Verano
junio 21

Hora solar		Altura	Azimut
05:13	18:47	0° 00'	116° 03'
6	18	9° 41'	111° 28'
7	17	22° 32'	106° 23'
8	16	35° 43'	101° 52'
9	15	49° 07'	97° 36'
10	14	62° 39'	93° 07'
11	13	76° 14'	86° 40'
12		88° 27'	0° 00'
Duración del día			11:54

GRÁFICA SOLAR 25°

Proyección estereográfica Latitud





AZIMUT Y ALTURA DEL SOL

Azimut a partir del Sur, hacia el Este en la mañana y hacia el Oeste en la tarde.

30° Latitud Norte

Invierno diciembre 21			
Hora solar		Altura	Azimut
06:58	17:02	0° 00'	62° 38'
7	17	0° 23'	62° 23'
8	16	11° 26'	54° 09'
9	15	21° 16'	44° 07'
10	14	29° 16'	31° 43'
11	13	34° 38'	16° 46'
12		36° 33'	0° 00'
Duración del día			10:04

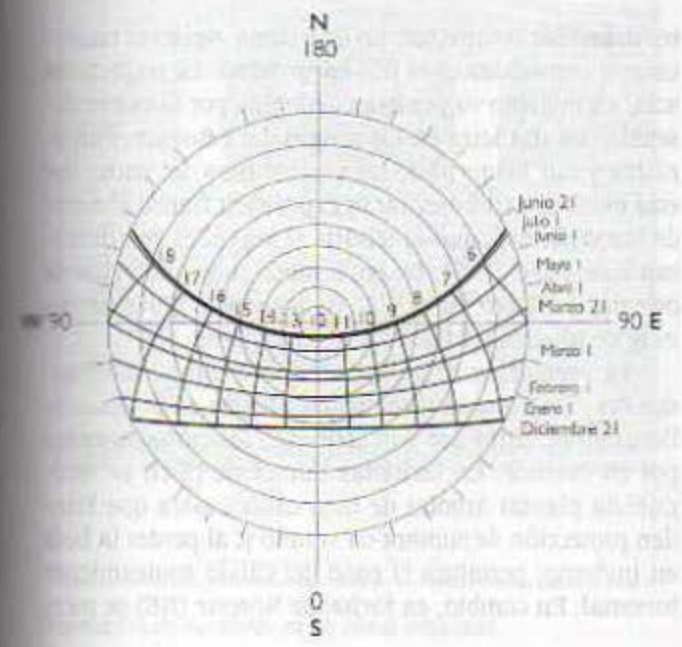
Primavera-otoño marzo 21-septiembre 23			
Hora solar		Altura	Azimut
6	18	0° 00'	90° 00'
7	17	12° 57'	82° 22'
8	16	25° 39'	73° 54'
9	15	37° 45'	63° 26'
10	14	48° 35'	49° 06'
11	13	56° 46'	28° 11'
12		60° 00'	0° 00'
Duración del día			12:00

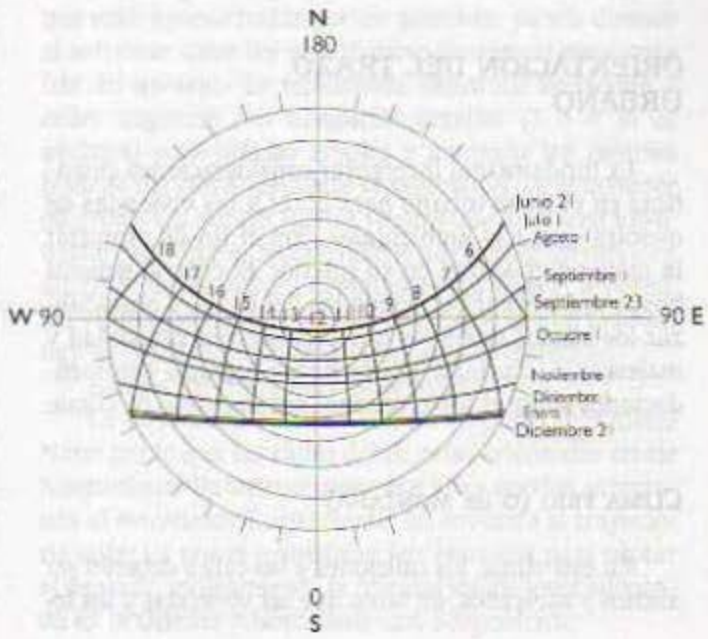
Verano junio 21			
Hora solar		Altura	Azimut
05:02	18:58	0° 00'	117° 22'
6	18	11° 28'	110° 36'
7	17	23° 52'	104° 18'
8	16	36° 36'	98° 16'
9	15	49° 32'	91° 48'
10	14	62° 30'	83° 27'
11	13	75° 06'	67° 29'
12		83° 27'	0° 00'
Duración del día			13:56

GRÁFICA SOLAR

Proyección estereográfica

30°
Latitud





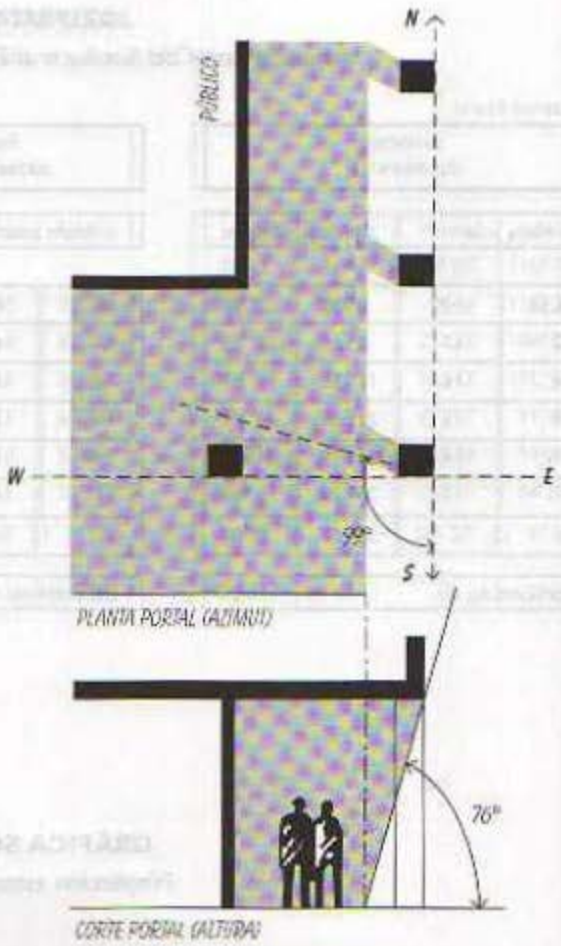
de. Del mismo modo se deriva la altitud, que se determinó para 22° N en 76°.

Para el cálculo exacto de los azimut y de la latitud de los ángulos solares en días críticos se sugiere consultar las tablas en libros especializados citados en la bibliografía. Como en realidad hay una variación mínima diaria en los ángulos solares, a veces es poco práctico obtener tanta precisión para saber cómo orientar calles y plazas o cómo sembrar árboles que generen sombras sobre los espacios abiertos. Ya que hay gran variación angular solar entre los trayectos del Sol de equinoccio a solsticio, el diseño de los espacios debe prever básicamente el "periodo" de asoleamiento crítico y ofrecer flexibilidad y variedad para el resto de la trayectoria solar.

El cálculo preciso se aplica en arquitectura para determinar orientaciones de edificios y tamaños de vanos de acuerdo con la orientación; y tipo, dimensión y profundidad de elementos de protección de fachadas con asoleamiento indeseable.

De aquí que resulte razonable para efectos prácticos aplicar los ángulos de las tablas anteriores directamente sobre el espacio que se está diseñando, a sabiendas que hay variaciones mínimas de unos grados en las proyecciones solares y en la penetración solar.

Se debe tener presente que la trayectoria solar es una importante determinante que se debe considerar en el trazo de una lotificación, así como en la orientación de lotes y viviendas.



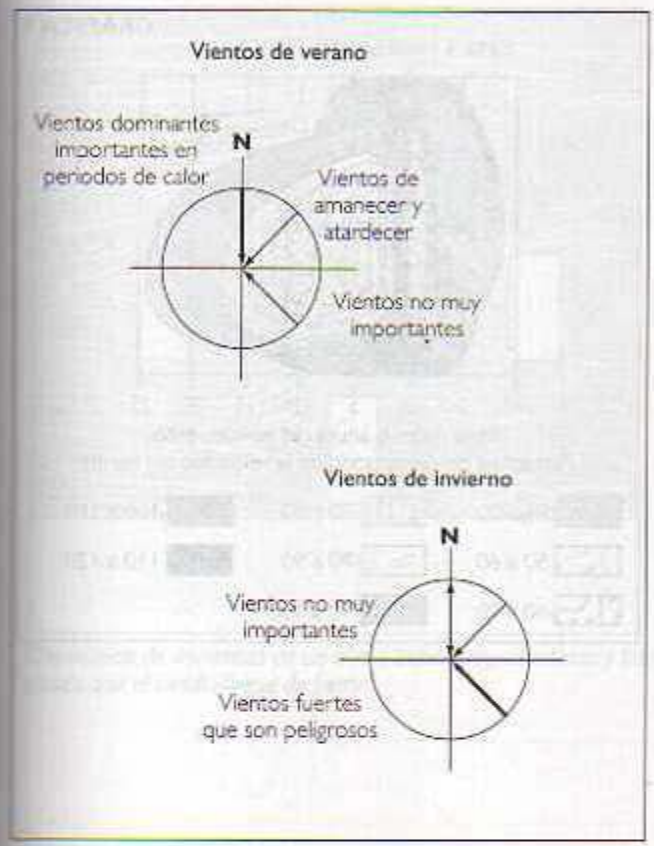
ORIENTACIÓN DEL TRAZO URBANO

Es fundamental incorporar consideraciones climáticas en el trazo urbano para dotar a las viviendas de mejores ventajas ambientales, con el fin de propiciar la mayor comodidad en su interior. El criterio general busca aprovechar las bondades del clima y obstaculizar los efectos adversos que producen incomodidad y malestar. A continuación se hacen algunas recomendaciones sobre el trazo urbano, según el tipo de clima:

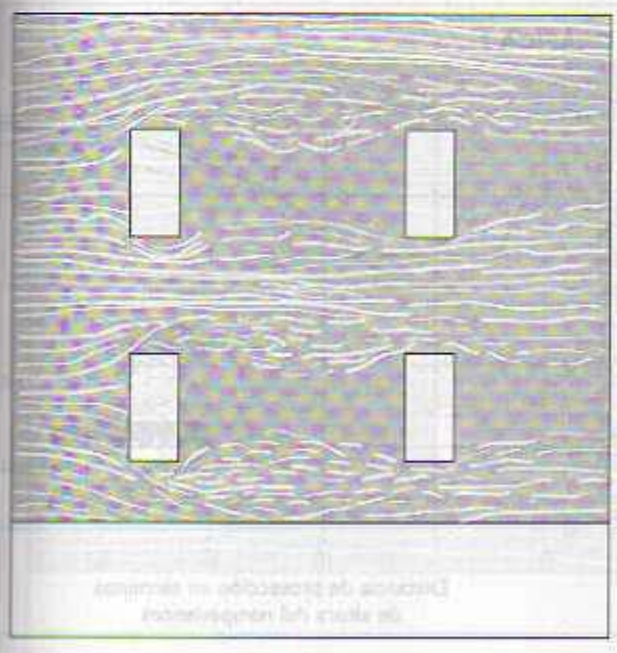
Clima frío (o de montaña)

En este clima, los callejones y las calles deberán ser anchos y asoleados, en tanto que las viviendas y los lotes deben ser compactos. En este clima alpino lo importante a considerar es el frío en invierno. La trayectoria solar en invierno va por hemisferio Sur, por lo que es deseable orientar lotes en los rangos del Poniente, Surponiente y Sur bloqueando los vientos fríos del norte. Por este motivo, se debe evitar la exposición franca al norte de las viviendas, que se tendría si las calles se orientaran Este-Oeste (E-O). De igual modo, hay que evitar la orientación Norte-Sur (N-S) de las calles, pues serían muy ventiladas y frías durante el invierno.

La vegetación es un importante recurso estabilizador del clima que se recomienda utilizar en el desarrollo urbano, tanto por sus atributos funcionales como por su estética. En fachadas Sur-Oeste (S-O) se recomienda plantar árboles de hoja caduca para que brinden protección de sombra en verano y, al perder la hoja en invierno, permitan el paso del cálido asoleamiento invernal. En cambio, en fachadas Noreste (NE) se reco-



Vientos dominantes.



Disposición de viviendas en un clima templado.

mienda plantar árboles de hoja perenne, principalmente especies de coníferas, pues al no perder la hoja en el invierno brindan protección constante porque desvían los vientos fríos del Norte.

Clima templado

Este clima es benigno y permite que los andadores o calles puedan tener muchas secciones. Éste es el clima del altiplano mexicano a más de 2000 msnm. De aquí que en verano cuando la trayectoria solar va por el hemisferio Norte el asoleamiento pueda ser incómodo al Poniente y Surponiente; y el invierno cuando la trayectoria solar va por hemisferio Sur haya que buscar la penetración solar del Oriente y Suroriente.

Las fachadas Norponiente, que llegan a tener un asoleamiento penetrante en verano, se recomienda protegerlas con árboles de hoja caduca, para permitir en el invierno el paso del Sol. Las fachadas NE también deberán protegerse con árboles de hoja caduca. En cambio, cuando las plazas o calles tienen una franca exposición al Norte, hay que protegerlas con árboles de hoja perenne para desviar los vientos fríos del Norte durante el invierno.

Clima desértico (caliente-seco)

En este clima hay que evitar las calles anchas y grandes plazas, puesto que lo extremoso del clima dificulta que sean aprovechadas por los peatones, ya sea durante el sofocante calor del verano como durante el penetrante frío del invierno. Se recomienda introducir andadores y calles angostas con banquetas amplias (3 o 4 m de anchura) para plantar árboles y aminorar los cambios bruscos del clima mediante la vegetación. Generalmente en primavera soplan fuertes vientos que producen tolvaneras, por lo que es recomendable no orientar las calles en dirección de los vientos dominantes. Durante el invierno, los vientos fríos provienen del Norte, por lo cual también hay que evitar andadores y calles en esta dirección.

Éste es un clima muy extremoso.

La trayectoria solar en verano va por el hemisferio Norte por lo que las calles deben estar orientadas en eje Norponiente-Suroriente para que lotes queden orientados al Nororiente-Surponiente. En invierno la trayectoria solar va por el hemisferio Sur entonces para captar el deseado asoleamiento la orientación de lotes adecuada es la Oriente y Nororiente con Surponiente.

Clima tropical (caliente-húmedo)

En un clima tropical, el verano es muy incómodo debido a las elevadas temperaturas y al bochorno que produce la humedad; consecuentemente, es muy importante aprovechar los vientos dominantes y la brisa del mar, buscando que las calles sean transversales a éstos para que las viviendas reciban los vientos francos y procuren frescura. La baja latitud de las costas tropicales reduce el penetrante asoleamiento de verano en el Norponiente. De hecho en su trayectoria por hemisferio Norte durante el verano, expone la orientación Surponiente y Sur como las más castigadas, por lo que es deseable orientar lotes hacia el Nororiente recibiendo también el beneficio de los vientos dominantes.

Es conveniente que las viviendas no queden alineadas, sino que conformen una fachada discontinua para permitir el paso del viento y provocar sombras. Es indispensable que los andadores y las calles tengan abundante vegetación de hoja perenne (como palmeras) para que proyecten sombra sobre los techos de las viviendas y las superficies pavimentadas.

VIENTOS*

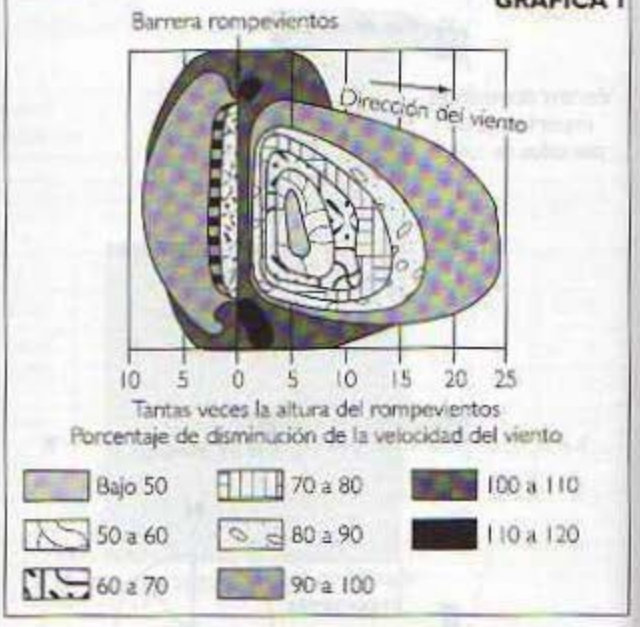
Después del asoleamiento, los vientos son el factor climático más importante que se debe considerar dentro del diseño, ya que el manejo combinado de ambos puede dar por resultado espacios abiertos o cerrados, dentro del rango de comodidad de temperatura.

Para ello, resulta indispensable obtener las mediciones de vientos dominantes en porcentaje de tiempo, su velocidad, y si son fríos o brisas cálidas, con el fin de determinar las condiciones de flujo de aire de una localidad. Estas tablas podrían resumirse en gráficas de vectores de vientos que indicaran tanto los vientos deseables como los indeseables.

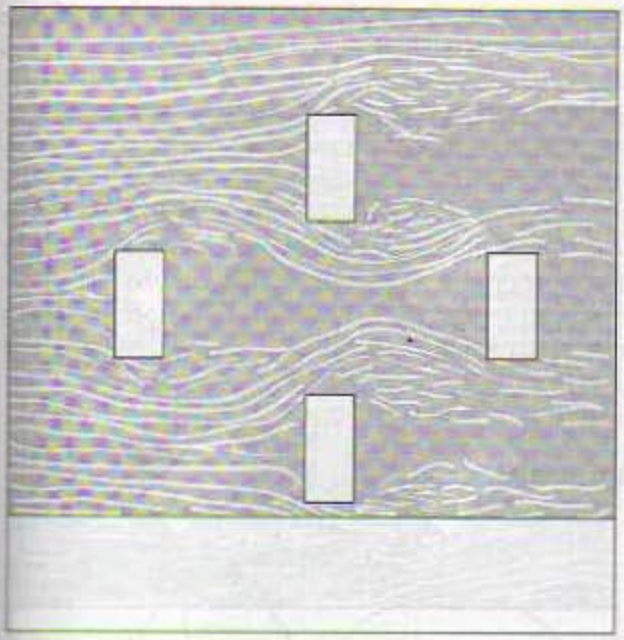
En términos generales, se pueden categorizar los periodos de sobrecalentamiento desde mayo hasta mediados de septiembre y, dependiendo de la latitud, los periodos de indeseable viento frío de noviembre a principios de marzo.

*Adaptación de V. Olgyay, *Design With Climate*, pp. 94-112.

GRÁFICA 1

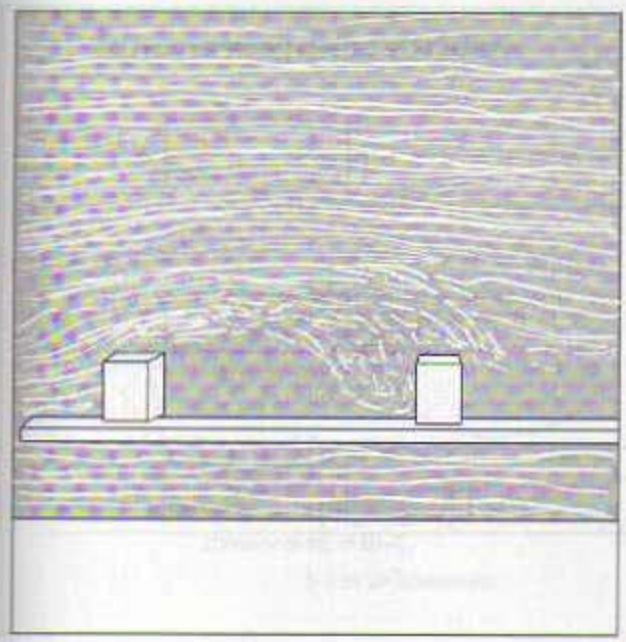


GRÁFICA 2



Disposición de viviendas en un clima cálido, separándolas y buscando que el viento llegue de frente.

Efecto de sombra de viento en viviendas paralelas.



Rompevientos

Las grandes masas de aire no pueden ser modificadas en su movimiento, ya que éste es consecuencia de diferencias en la presión del aire. Sin embargo, las velocidades del viento cerca de la tierra pueden ser controladas o reguladas en cierta medida.

Para ello generalmente se utilizan diversos tipos de vegetación que desvían y sirven de filtro para matizar o canalizar las corrientes de aire. Un manejo favorable del viento trae efectos sobre la temperatura y la humedad del aire, sobre la evaporación y sobre el crecimiento de las plantas.

La gráfica 1 indica las áreas de protección de viento que propician un cordón de árboles de mediano follaje y sin arbustos, considerando vientos de 20 a 30 km/h. Puede observarse cómo disminuye la velocidad del viento con el rompevientos. La velocidad más baja se registró en 47% a una distancia equivalente a cinco veces la altura del rompevientos. Según aumente la densidad del rompevientos cerca del suelo, el área de mayor protección tenderá a acercarse a la barrera.

La gráfica 2 muestra tres tipos de árboles. Se aprecia que un rompevientos de un cordón de árboles densos puede reducir la velocidad del viento hasta 70% de su velocidad inicial. En cambio, un cordón de árboles delgados con poco follaje o no tan denso reduce la velocidad original del viento hasta 33%. En el intermedio, se presenta un cordón de árboles de mediano follaje que reduce la velocidad del viento a campo abierto hasta 42%. Puede notarse que los tres rompevientos tienen un efecto bastante similar, y propician la mayor protección en un área hasta 15 veces su altura, volviéndose despreciable a mayor de 20 alturas.

Trazado urbano

El efecto que tiene el viento sobre el trazado urbano y la colocación de los edificios es muy importante para la climatización de los espacios exteriores e interiores. Los edificios colocados en posición perpendicular a la dirección de la velocidad del viento reciben todo el efecto, pero si los edificios están girados a 45° de la dirección del viento, se reduce su velocidad de 66 a 50%.

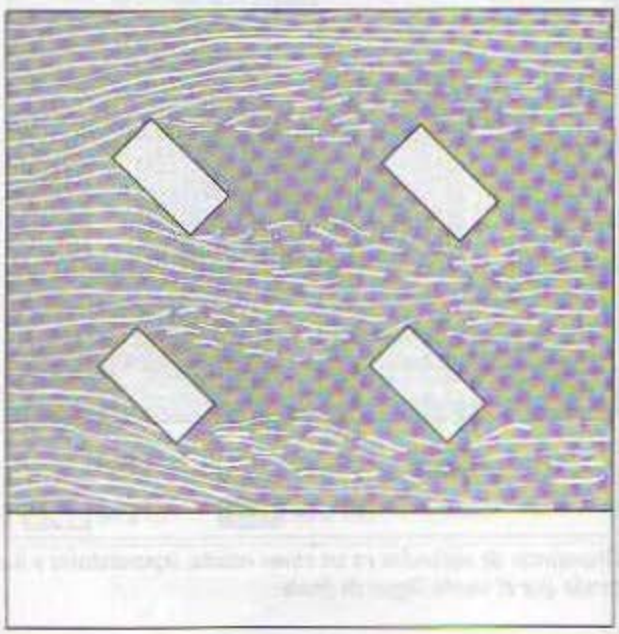
La separación de las edificaciones es también un factor importante en la ventilación de los espacios. Si

los edificios o viviendas están espaciados a una distancia igual a siete veces su respectiva altura, entonces cada uno tendrá una ventilación adecuada. De lo contrario, si las viviendas están en hilera, entonces se creará un efecto de "sombra de viento" (p. 115) a todo lo largo de las casas, que perjudicará la ventilación de las viviendas posteriores. Este efecto es reforzado por la tendencia del viento a canalizarse a lo largo de pasajes de espacios abiertos. Por tanto, con esta disposición de viviendas en hilera el viento tiende a saltarse las viviendas posteriores y a no ventilarlas.

Pero una disposición "cuatrapeada" de viviendas tiene el efecto de ir rebotando o cambiando la dirección del viento, dirigiéndolo a las edificaciones de atrás. Este efecto resulta más eficaz cuando las viviendas están dispuestas perpendicularmente a la dirección del viento, acomodo que resulta adecuado para climas que son calurosos.

Puede observarse en los croquis laterales que la disposición inclinada de viviendas frente a una corriente de viento ayuda a protegerlas de indeseables vientos fríos. Si además se coloca una vivienda detrás de la otra, entonces todas las viviendas posteriores estarán protegidas, ya que recibirán poco viento directo. Esta disposición de viviendas es adecuada para clima frío.

Disposición de viviendas en clima frío, reduciendo el frente al viento e inclinación para que fluya.

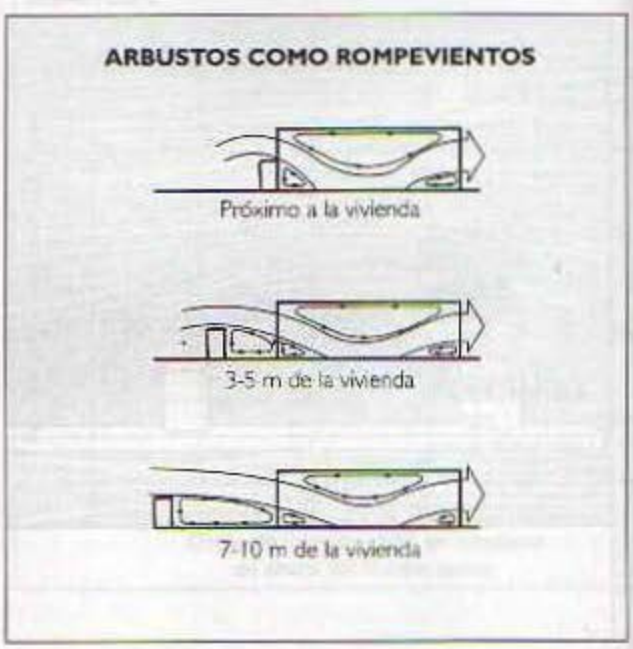


Efectos sobre el paisaje

La configuración del terreno y la vegetación tienen efectos sobre la dirección y velocidad del viento. En cierta medida, estos efectos pueden librar a la edificación de ser orientada rígidamente de acuerdo con el asoleamiento. Si el diseño de paisaje incluye el manejo de la vegetación, bardas, relieves y pavimentos, con ellos se pueden crear zonas de alta o baja presión alrededor de la vivienda, que pueden estar referidas a sus vanos. Se debe tener cuidado que el diseño del paisaje no matice o desvíe las deseables brisas frescas del verano o, por el contrario, que canalice indeseables vientos fríos hacia las viviendas.

Los siguientes croquis ilustran cómo la colocación de la vegetación es decisiva en la ventilación de los espacios interiores de una vivienda. En la primera serie se puede observar que la colocación de arbustos cerca de ventanas matiza la entrada del viento al interior de la vivienda, y al separar los arbustos, la entrada del viento es más fluida.

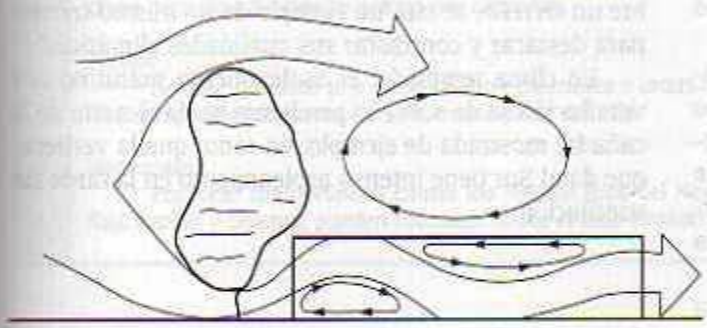
Colocación de arbustos como rompevientos en relación con una vivienda.



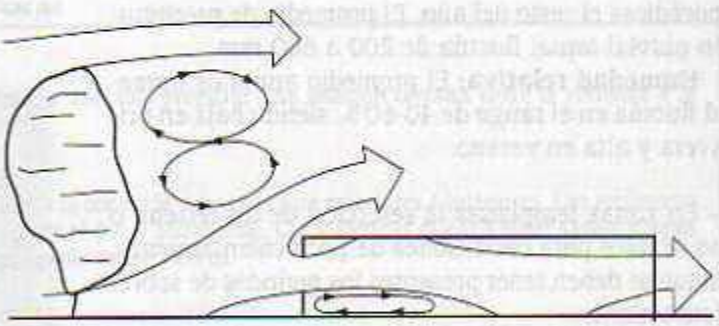
De modo similar sucede con los árboles cercanos a las viviendas (siguientes croquis). Cuando un árbol con follaje denso está próximo a una vivienda, sirve para bloquear el paso del aire y, consecuentemente, la velocidad del viento se incrementa en la parte baja del tronco, entrando con flujo ascendente a la vivienda, lo que crea mucha turbulencia en el interior. Si el árbol de 10 m de altura se encuentra a una distancia de 3-5 m de la vivienda, entonces una parte del flujo ascendente pasará al interior, y otra parte fluirá por fuera de la vivienda, perdiéndose con ello velocidad del viento. Pero cuando el árbol está de 7-10 m de la vivienda, el flujo ascendente de aire pasará con toda su velocidad al interior de la vivienda, proporcionando mucha frescura.

Habrá que tener presente que cuando cambie la dirección del viento, como frecuentemente sucede en verano, la plantación de la vegetación debe funcionar para las dos fachadas que recibirán el viento, pues de lo contrario la vivienda sólo recibirá una parte de la ventilación cruzada. En climas cálidos resulta fundamental esta consideración.

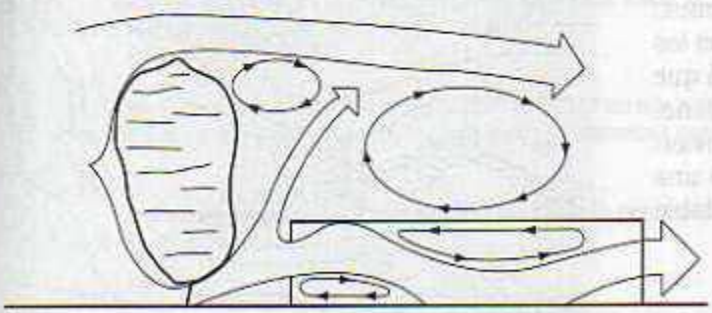
ÁRBOL COMO ROMPEVIENTOS



1-2 m de la vivienda



7-10 m de la vivienda



3-5 m de la vivienda

Fuente: V. Olgyay, *op. cit.*, p. 102.

CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO*

Clima templado

El altiplano o región central del país se ve favorecido por el clima templado, cuyas características generales son las siguientes:

Temperatura: Las temperaturas promedio en el año fluctúan entre 15 y 20 °C, que caen dentro del rango de comodidad humana, con temperaturas máximas en 35 °C y mínimas en 10 °C.

Asoleamiento: Una distribución uniforme entre días soleados y nublados durante el año. Los días de mayor claridad son de septiembre a diciembre y los de menor claridad durante la época de lluvias.

Viento: Las velocidades del viento son estables durante el año fluctuando de 10 a 20 km/h, aunque en los meses de enero a marzo es mayor. La dirección predominante es Norte, Noreste y Noroeste, y es cambiante en los meses de verano. Viento frío del Norte en invierno. El viento en los primeros meses del año provoca tolvaneras.

Precipitación: El periodo de lluvias se concentra en unos cuantos meses, de mayo a agosto, con lluvias esporádicas el resto del año. El promedio de precipitación pluvial anual fluctúa de 200 a 600 mm.

Humedad relativa: El promedio anual de humedad fluctúa en el rango de 40-60 %, siendo baja en primavera y alta en verano.

En zonas templadas la selección de un terreno o sitio se hace para condiciones de poco calentamiento, aunque se deben tener presentes los periodos de sobrecalentamiento.

Desde el punto de vista de asoleamiento y vientos, los terrenos con pendientes hacia el Suroriente son los mejores. Sin embargo, en terrenos planos habrá que buscar que los árboles no tapen las brisas del verano, pero que sí desvíen o maticen vientos fríos de invierno. Si el terreno se ubica en montaña (clima frío) una orientación hacia el Surponiente es recomendable para lograr mayor calentamiento.

*Adaptación de V. Olgyay, *op. cit.*, pp. 153-177.

Las regiones templadas se caracterizan por un clima moderado a lo largo del año, lo cual permite que la construcción de viviendas o edificios sea bastante flexible. Solamente habría que cuidar el asoleamiento del Poniente, que en verano puede ser molesto.

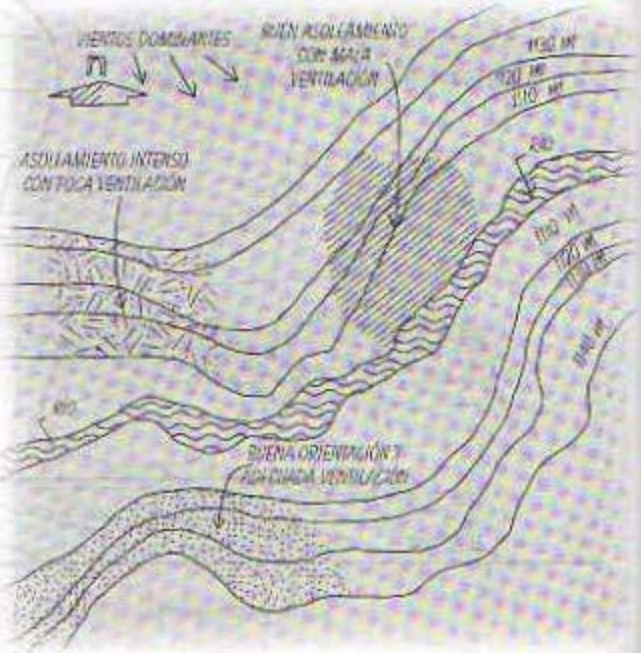
Para el manejo de los torrenciales aguaceros de verano se debe procurar el escurrimiento de las aguas hacia zonas bajas para evitar los encharcamientos e inundaciones.

El objetivo general de diseño debe buscar el balance entre los periodos de bajo calentamiento con los de sobrecalentamiento, reduciendo o propiciando para cada estación del año la incidencia del asoleamiento en la producción de calor.

Para facilitar la comprensión del efecto del clima sobre un terreno, se cita un ejemplo de un mismo terreno para destacar y contrastar sus cualidades climáticas.

En clima templado, el asoleamiento matutino con ventilación se da sobre la pendiente hacia el norte de la cañada, mostrada de ejemplo, en tanto que la vertiente que da al Sur tiene intenso asoleamiento en la tarde sin ventilación.

Croquis sobre las características climáticas de varios terrenos en un valle.



Clima templado

Criterios de diseño

Diseño urbano

Selección del sitio
Pendientes hacia el Suroriente son recomendadas, no obstante que en las partes altas el viento incide con mayor fuerza. Debe regularse con barreras de rompevientos.

Trazado
Las calles deben tener predominantemente una orientación sobre el eje Surponiente. Evitar el viento frío del Norte y captar las brisas de verano. El trazado puede ser libre y curvilíneo.

Estructura
Una lotificación abierta y flexible en la que los edificios tiendan a mezclarse con la naturaleza; esta estructura propicia una densidad variada.

Espacios exteriores
Áreas jardinadas provistas con grupos de árboles. Las distancias a los servicios pueden ser variables ya que el clima permite trayectorias peatonales cómodas.

Paisaje
Se debe procurar una relación entre exteriores e interiores; los espacios exteriores pueden servir como extensión de los espacios interiores durante buena parte del año.

Vegetación
Proponer rompevientos contra los vientos fríos del Norte, sin estropear las brisas de verano; los árboles de follaje tupido y perenne pueden colocarse sobre el lado Poniente de las viviendas.

Diseño arquitectónico

Tipo de vivienda
El clima permite disposiciones muy flexibles. Es deseable propiciar una relación cercana entre la vivienda y la naturaleza; el diseño puede adoptar cualquier forma.

Planta
Hay libertad en el diseño. Es conveniente buscar la conexión espacial entre exteriores e interiores. Las recámaras pueden localizarse sobre el Oriente y las terrazas sobre el Sur y Suroriente. Las viviendas pueden tener varios niveles sin afectar su periodo de calor, la altura interior promedio es de 2.30 m.

Orientación
La vivienda debe estar preferentemente orientada hacia el Suroriente. La orientación de edificios altos debe ser correlacionada con la exposición de los vientos.

Forma
Una forma alargada sobre el eje Norte-Sur recibe menos castigo de asoleamiento que otros climas. Por tanto, una forma de cruz o irregular es posible, aunque preferentemente con extensiones sobre el eje Surponiente.

Interiores
Se requiere un mínimo de ventilación cruzada, la penetracion del Sol es deseable, por lo que los espacios no deben ser muy profundos.

Colores
Se pueden usar colores medianos indistintamente; pero es recomendable emplear los colores oscuros en lugares sombreados o protegidos del Sol de verano y colores claros sobre los techos.

Clima caliente-seco

Los estados del Norte del país forman una región desértica con las siguientes características generales:

Temperatura: Las temperaturas en este clima son muy extremosas, fluctuando en promedios anuales de 10 a 30 °C. Las temperaturas máximas pasan los 35 °C y las mínimas descienden abajo de 0 °C. Los meses más calurosos son de junio a agosto en las tardes y los más fríos de diciembre a enero, en las noches.

Asoleamiento: La intensidad de asoleamiento es la más alta de todos los climas. Más de 80% de los días del año son despejados. El resto del tiempo son nublados ligeros que ocurren durante el invierno.

Viento: Los vientos dominantes vienen del Norte, Noreste y Noroeste, con velocidades de 20 a 30 km/h. Los vientos provocan tolvaneras durante la primavera y el otoño. Los vientos del Norte son muy fríos durante el invierno.

Precipitación: El promedio anual de lluvia fluctúa entre 30 y 100 mm. Durante el invierno una lluvia fina y pertinaz dura toda la estación. Los meses de sequía corren de mayo a septiembre.

Humedad relativa: El aire es seco durante todo el año por lo que los rangos de humedad relativa descienden de 10 a 30%, siendo los valores más bajos en los meses de sequía.

El clima desértico seco se caracteriza por tener cielos muy claros, un largo periodo de sobrecalentamiento y atmósfera seca. En algunas subregiones se manifiesta variedad en los cambios climáticos durante el día, siendo esto más frecuente en primavera y otoño.

Los terrenos en niveles bajos, aun arriba del fondo de un valle, pueden beneficiarse del flujo de aire frío. Los cuerpos de agua modulan las temperaturas extremas y con su evaporación proporcionan efectos microclimáticos agradables.

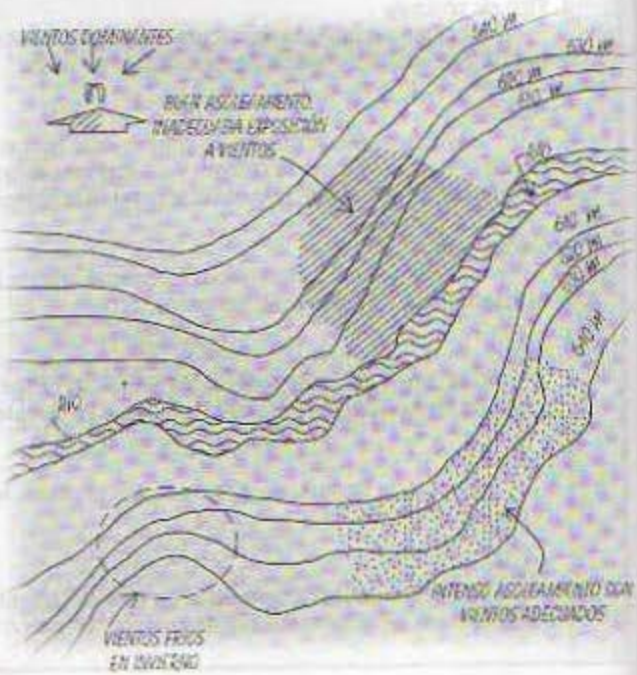
Los objetivos generales de diseño son reducir la generación de calor, promover pérdida de radiación, reducir ganancias en conducción térmica y promover la evaporación.

Considerando el mismo terreno de la cañada, en un clima semiárido como es la meseta central norte del país, la trayectoria solar en verano va por el hemisferio Norte, por lo que la orientación más castigada es la que da al Norponiente, sobre todo de las 13:00 a las 16:00 h.

De aquí que la ladera que da al Norponiente tenga intenso asoleamiento aunque buena ventilación. En cambio la ladera que da al Suroriente ofrece buenas condiciones de asoleamiento aunque limitada ventilación.

En invierno los vientos fríos del Norte son indeseables, por lo que la ladera que da al Nororiente es la más expuesta.

Croquis de las características climáticas de varios terrenos en un valle.



Clima caliente-seco

Criterios de diseño

Diseño urbano

Selección del sitio

Terrenos con pendientes hacia el Oriente y Suroriente en partes bajas en donde el flujo de aire frío es agradable. Evitar fondos de valle con poca circulación de aire. Buscar sombras de montañas como obstáculo a vientos indeseables.

Trazado

La vialidad debe estar predominantemente orientada sobre el eje Norponiente al Suroriente, buscando la protección de asoleamiento intenso del Norponiente y de los vientos fríos del Norte. Con este eje de trazo los lotes quedarán orientados en sentido Surponiente-Nororiente.

Estructura

Propiciar la agrupación de viviendas para crear ambientes de patios internos con la protección de bardas y árboles. Las viviendas deben estar muy próximas entre sí para evitar ganacias de calor reduciendo las superficies de exposición solar. Procurar densidades medias.

Espacios exteriores

Debe existir cercanía entre viviendas y equipamiento, propiciando recorridos sombreados. Evitar extensas superficies pavimentadas que trasmiten y acumulan calor. Procurar cuerpos de agua.

Paisaje

Cuando hay visitas hacia montañas incorporarlas al paisaje urbano. Cuando es planicie se deben buscar vistas interiores.

Vegetación

Cuando la vegetación es escasa buscar reforestar con especies adecuadas al clima. Los pastos y arbustos deben tener propiedades de absorber radiaciones y retener la evaporación, al mismo tiempo que procurar sombras.

Diseño arquitectónico

Tipo de vivienda

Son deseables viviendas muy compactas, de dos pisos, con mínima área de exposición solar. Se prefieren casas en hilera, o agrupaciones de viviendas. Los edificios altos deben ser masivos.

Planta

El objetivo es la pérdida de calor (en verano) más que su ganancia para invierno. Por tanto, las viviendas deben ser cerradas, próximas entre sí y rodeadas de áreas verdes para propiciar efectos de frescura con la evaporación. Puede haber techos altos. Los espacios que producen calor (cocina, servicios) deben estar separados de otras áreas de la vivienda.

Orientación

La orientación de viviendas debe ser sobre el Nororiente y Surponiente para proporcionar buen balance en asoleamiento. Debe procurarse ventilación cruzada para verano.

Forma

Se recomiendan formas compactas, ligeramente alargadas sobre el eje Suroriente. La forma de la vivienda debe propiciar el mínimo de proyección solar.

Interiores

El arreglo de espacios interiores debe procurar efectos de amplitud y frescura. Los espacios deben ser profundos para refrescar y contrarrestar el intenso calor exterior. Conectar interiores con el patio o jardines protegidos es recomendable.

Colores

Los colores claros tienen un alto índice de reflexión solar y deben usarse extensamente. Los colores oscuros deben usarse para la absorción de calor durante el invierno.

Clima caliente-semihúmedo

La región de la costa del Pacífico de Sinaloa a Oaxaca tiene un clima desértico semihúmedo, cuyas características generales son las siguientes:

Temperatura: La temperatura promedio durante el año fluctúa de 20 a 30 °C, que es ligeramente caluroso dentro del rango de la comodidad humana. Las temperaturas máximas llegan a 35 °C, y las mínimas son de 15 °C.

Asoleamiento: La región muestra uniformidad en la distribución de días soleados y nublados en el año. Los días de mayor claridad son de noviembre a abril, y los de menor claridad, durante la época de temporal en verano.

Viento: La velocidad del viento es muy fluctuante, ya que la región es afectada esporádicamente por tormentas y ciclones del Pacífico, durante los cuales la velocidad de los vientos supera los 100 km/h. Los vientos dominantes vienen del Poniente y Norponiente, aunque varían en las tardes y los veranos, cuando llegan a ser inversos.

Precipitación: Las lluvias de temporal ocurren durante los meses de julio y agosto, sin ser muy abundantes. Cuando hay ciclón, las lluvias son continuas, pero por lo general éstas no duran más de una semana. La precipitación pluvial anual es menor de 200 mm.

Humedad relativa: El promedio anual de humedad relativa varía de 20 a 40 %, siendo baja en primavera y alta durante la época de lluvia.

En zonas desérticas semihúmedas la selección de un terreno debe hacerse con base en las condiciones de sobrecalentamiento, que en verano alcanza su periodo crítico.

Considerando el asoleamiento y los vientos en la selección del sitio, se deben buscar terrenos con pendientes hacia el Norte o Nororiente, que son los mejores. En el caso de terrenos planos habrá que buscar que sean protegidos del intenso asoleamiento del Poniente.

Conviene ubicar el desarrollo urbano en las partes altas, que son las mejor ventiladas y, en época de lluvias, tienen buen escurrimiento.

Los objetivos generales de diseño deben evitar la ganancia de sobrecalentamiento durante los periodos de asoleamiento crítico.

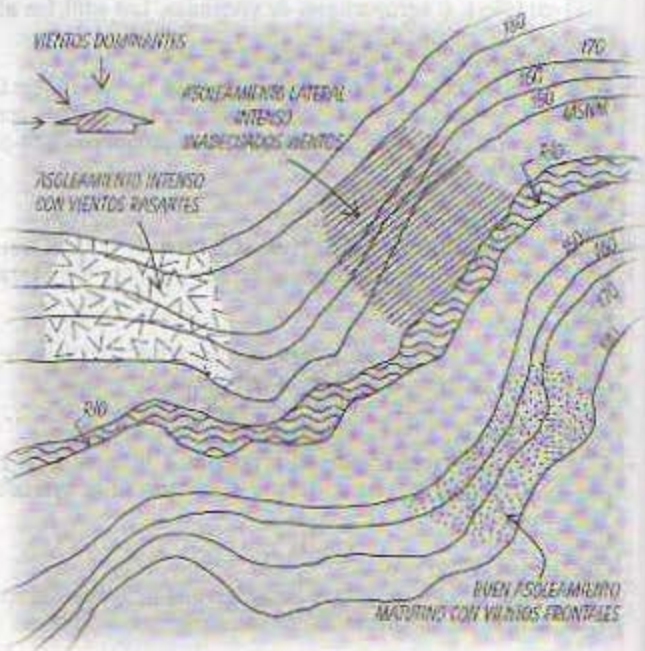
Siguiendo el mismo ejemplo del terreno en cañada, en un clima caliente-semihúmedo, por la intensidad en exposición solar, el asoleamiento matutino es deseable que sea lateral (no frontal como el clima templado) para captar los vientos del Norte.

Si bien la trayectoria solar en verano va ligeramente por el hemisferio Norte, no es tan extremoso el clima como en la zona semiárida debido a mayor precipitación, humedad y poco menor temperatura. La baja altitud propicia una brisa fresca por lo que no hay vientos fríos en invierno.

La ladera que da el Poniente y Surponiente tienen una intensa exposición solar con poca ventilación en la tarde por lo que resulta climáticamente muy castigada.

La ladera que da al Norte ofrece óptimas condiciones climáticas con asoleamiento matutino y brisas frescas.

Croquis sobre las características climáticas de varios terrenos en un valle.



Clima caliente semihúmedo

Criterios de diseño

Diseño urbano

Selección del sitio

Buscar terrenos con pendientes hacia el Norte u Oriente. Evitar pendientes al Poniente y Sur. Procurar las partes altas que son más frescas. Terrenos erosionables si están desprovistos de vegetación.

Trazado

La vialidad debe estar orientada sobre ejes Oriente-Poniente al Surponiente al Nororiente. Protección contra vientos fuertes de ciclón en terrenos próximos al mar. El trazado debe procurar el fácil escurrimiento de agua y concentración o almacenamiento en zonas bajas. Con este trazo los lotes quedarán orientados en sentido Norponiente-Suroriente o Norte-Sur.

Estructuras

Utilizar bardas o fachadas cerradas hacia el Poniente y Surponiente, buscando mucho contacto con exteriores favorables al Oriente. Agrupar viviendas en pequeños números, logrando densidades bajas y medianas.

Espacios exteriores

Procurar que la distancia de las residencias a los servicios públicos no sea lejana. Procurar trayectorias sombreadas con pavimento que no retenga el calor.

Paisaje

El mar representa un atractivo para ser incorporado en recorridos escénicos y vistas. Cuando el sitio es montañoso, las montañas se deben aprovechar en el paisaje urbano.

Vegetación

Cuando la vegetación es escasa, con árboles bajos, arbustos y zacate, es deseable la plantación de especies resistentes al calor y vientos con propiedades de retener humedad y follaje denso para sombras. Reforestar si está erosionado el terreno.

Diseño arquitectónico

Tipo de vivienda

Construcciones semicompactas: cerradas hacia orientación desfavorable y abierta hacia los exteriores favorables. Son deseables pequeños grupos de vivienda y casas en hilera.

Plantas

Vivienda parcialmente cerrada. Abierta hacia vistas y vientos deseables. Conviene la construcción de un solo nivel para evitar la ganancia de calor. La altura de algunos espacios puede ser mayor de 2.30 m.

Orientación

Exposición hacia orientaciones Norponiente y Suroriente, cerrando el lado Poniente y protegiendo el lado Sur.

Forma

La forma de vivienda puede ser rectangular, cuyo lado corto debe ser cerrado sobre el Poniente o Surponiente, y el lado largo sobre Oriente o Norponiente.

Interiores

Los espacios con buena orientación pueden ser poco profundos, en tanto que los espacios con orientación menos adecuada requieren mayor profundidad para evitar asoleamiento. Es indispensable la ventilación cruzada.

Colores

Preferencia por colores claros que son más reflejantes, sobre todo en fachadas de fuerte exposición solar. Colores medianos y oscuros que son absorbentes pueden ser utilizados en fachadas con menor exposición solar.

Clima caliente-húmedo

La costa del Golfo de México es una región tropical muy fértil, con clima cuyas características generales son:

Temperatura: Las temperaturas anuales promedio fluctúan entre 20 y 30 °C, que es más caliente que el rango de la comodidad humana. Las temperaturas máximas suben a 35 °C durante el verano y las mínimas bajan hasta 15 °C en el invierno.

Asoleamiento: El cielo está despejado más de la mitad del año, con días claros en los que hay intensa penetración solar. La radiación solar es difusa cuando hay nublados ligeros de temporal o excesiva vaporización.

Vientos: Las velocidades del viento son cambiantes durante todo el año. En condiciones normales, la velocidad promedio de vientos fluctúa de 20 a 50 km/h y los vientos dominantes son del Norte y Noreste. Es una región expuesta a huracanes (en los cuales la velocidad de vientos llega a superar los 100 km/h), que provienen del Este y Sureste.

Precipitación: La precipitación anual fluctúa de 600 a 1200 mm. Las lluvias fuertes de temporal ocurren de junio a septiembre, aunque también ocurren numerosos "nortes" o cambios bruscos de clima, en los cuales llueve las 24 h durante algunos días. La temporada de "nortes" se extiende desde diciembre hasta abril.

Humedad relativa: El elevado nivel de precipitación pluvial y evaporación mantiene el ambiente con humedad de 50 a 90 %. La humedad llega a límites que ocasionan malestar.

En este clima, las condiciones de altas temperaturas con lluvia provocan constantemente la vaporización del agua. La manera de manejar la humedad del medio es con movimiento de aire; de aquí que para la selección de un terreno, el principal elemento que se debe tener en consideración es el efecto del viento.

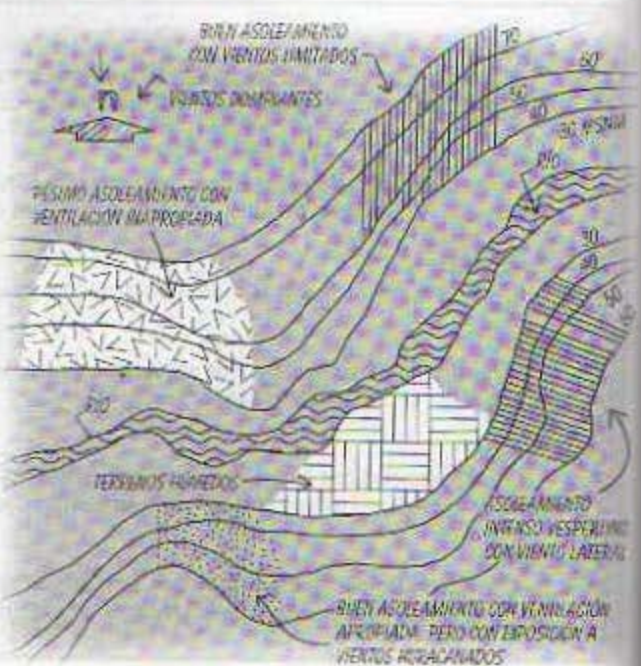
Se debe procurar localizar viviendas en las partes altas, pues es en las crestas en donde la circulación es más directa e intensa.

Con un nivel elevado de precipitación pluvial habrá que tener cuidado con zonas de escurrimiento y estancamiento de agua, así como las áreas pantanosas. Las viviendas deben localizarse en sitios alejados de zonas de humedad y vaporización.

El criterio general de diseño para una región tropical es reducir la producción de calor, reducir las ganancias de calor y reducir pérdidas por evaporación. En un clima tropical de las costas del Golfo de México, las condiciones climáticas son también extremas por el intenso asoleamiento, altas temperaturas y humedad relativa. De aquí que sea importante incorporar las brisas para ventilación cruzada de los espacios.

La orientación más castigada es la Poniente y Surponiente en las tardes, por lo que la ladera que da al Norte tiene mayor exposición solar vespertina (aunque mejor penetración de vientos) y la ladera que da al Sur ofrece menor asoleamiento vespertino pero vientos rasantes.

Croquis de las características climáticas de varios terrenos en un valle.



Clima caliente-húmedo

Criterios de diseño

Diseño urbano

Selección del sitio

Terrenos en partes elevadas expuestos hacia vientos dominantes, particularmente en las crestas. Se recomiendan las pendientes hacia el Norte y Oriente porque reciben menos radiación.

Trazado

El trazado de la vialidad debe hacerse sobre el eje Poniente al Surponiente-Nororiente, buscando que todos los lotes tengan franca exposición a los vientos del Norte. El trazado debe propiciar el escurrimiento de agua hacia las partes bajas. Cuidar las partes bajas húmedas e inundadas. Con este trazo los lotes quedarán orientados al Norponiente-Suroriente o al Norte-Sur.

Estructura

Énfasis en que las viviendas estén separadas o dispersas, por lo que se recomienda muy baja densidad. Proponer lotes grandes.

Espacios exteriores

Éstos deben estar muy ventilados y sombreados. Distancias mínimas de las viviendas a equipamiento y servicios. Se deben procurar recorridos urbanos con sombra.

Paisaje

Generalmente los terrenos son de fisiografía ondulada. Es conveniente propiciar recorridos escénicos con vistas al mar. En sitios sin vistas al mar o montaña, es recomendable incorporar la vegetación al paisaje urbano.

Vegetación

La vegetación es muy abundante. Los árboles de sombra deben tener follaje alto para que no obstaculicen las brisas. No colocar arbustos cerca de las viviendas para impedir que desvíen o maticen el viento. Cuidado con los terrenos sobre dunas: no despalmarlos porque el viento desplaza a otro lado una duna descubierta.

Diseño arquitectónico

Tipo de vivienda

Se recomiendan viviendas abiertas y aisladas expuestas a orientaciones y vientos favorables. Por la humedad es preferible levantarla un poco del terreno. De ser posible, construir en varios niveles.

Plantas

La vivienda puede organizarse por elementos separados ya que la mayor parte del tiempo las condiciones del exterior son agradables si están sombreadas. Por tanto, las actividades de estar y comer deben relacionarse estrechamente con el exterior así como cocinar y lavar, que también se pueden desempeñar al aire libre.

Orientación

Las viviendas deben tener una orientación predominante al Norponiente-Suroriente. Protección del lado Poniente que en verano es de intenso asoleamiento. Matizar el asoleamiento del Sur. Indispensable la ventilación cruzada.

Forma

La vivienda debe ser alargada sobre la orientación favorable.

Interiores

Los espacios interiores deben ser sombreados y bien ventilados. Preferentemente espacios grandes y altos, los cuales puedan ser visualmente subdivididos por mamparas movibles. Los materiales deben ser resistentes a la humedad y la intemperie. Procurar un espacio seguro para resguardarse de los huracanes.

Colores

Los colores claros tipo pastel son los mejores por sus cualidades reflejantes y para evitar el deslumbramiento. Deben usarse tanto en interiores como en exteriores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bassols Batalla, A., *Geografía de México*. Trillas, México, 1987.

Becerril Naranjo, Sergio, *Del sol a la arquitectura*, Gustavo Gili, 1987.

Brown, G. Z., *Sol, luz y viento: Estrategias para el Diseño Arquitectónico*. Trillas, México, 1994.

Cantarell Lara, J., *Geometría, energía solar y arquitectura*, Trillas, México, 1990.

Deffis, Armando, *La casa ecológica autosuficiente*, Árbol, 1994*a*.

_____, *Arquitectura ecológica tropical*, Árbol, 1994*b*.

García Chávez, Roberto y Víctor Fuentes Freixenet, *Viento y arquitectura*, Trillas, México, 1995.

Hernández, E., "ABC de la climatización natural mediante uso directo e indirecto de la energía solar", en *SOLAR*, núm. 6, otoño-invierno, 1983, pp. 6-16.

Lacomba, Ruth, *Manual de arquitectura solar*, Trillas, México, 1990.

Naciones Unidas, *Climate and House Design*, p. 26.

Olgyay, V., *Design with climate*, Princeton University Press, Nueva Jersey, 1973. En español, *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, Gustavo Gili, 1993.

Sabady, Pierre Robert, *Arquitectura solar*, CAEC, Barcelona, 1989.

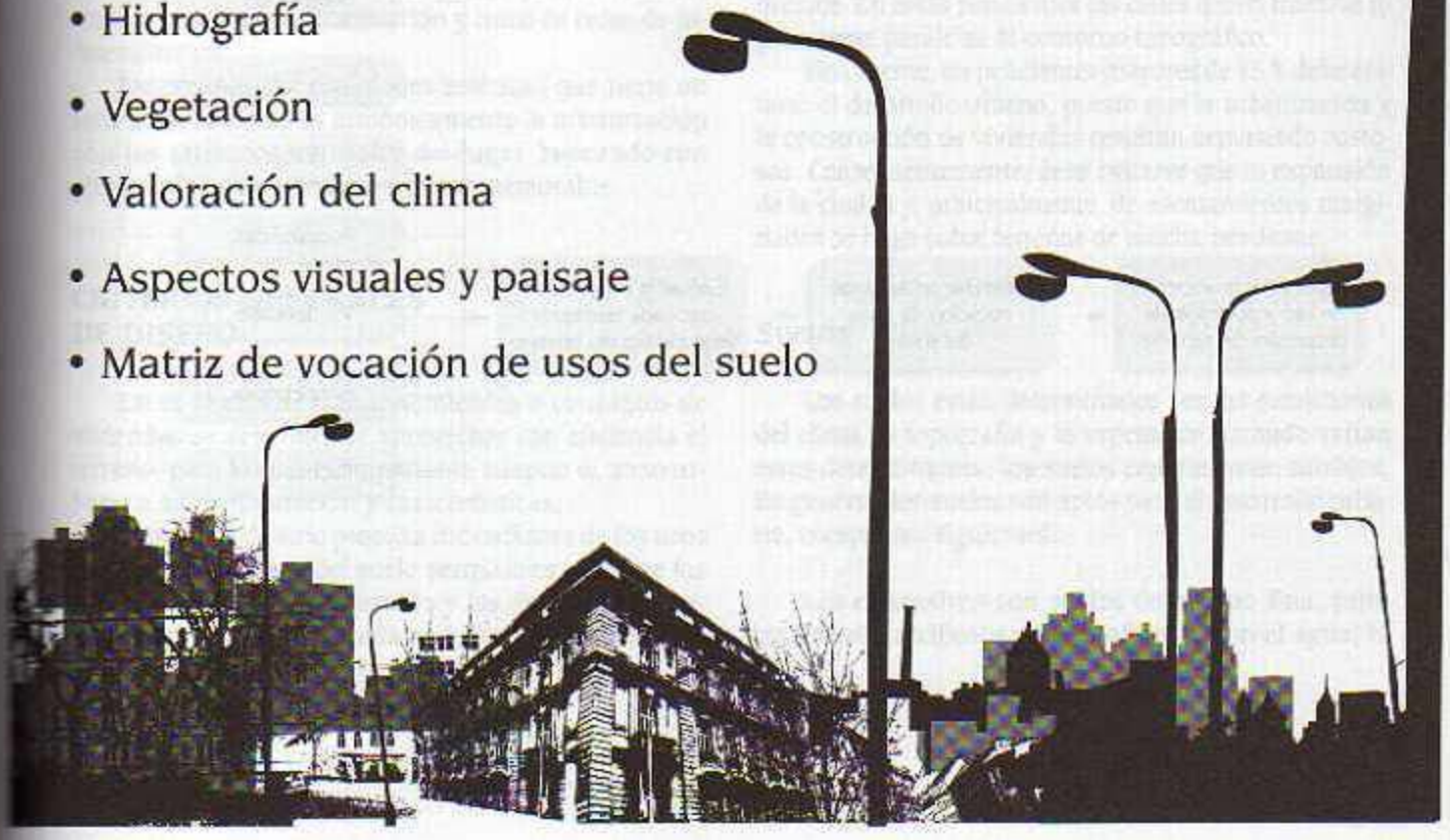
Vázquez Torre, G., *Ecología y formación ambiental*, McGraw-Hill, México, 1990.

Vélez González, Roberto, *La ecología y diseño arquitectónico*, Trillas, México, 1992.

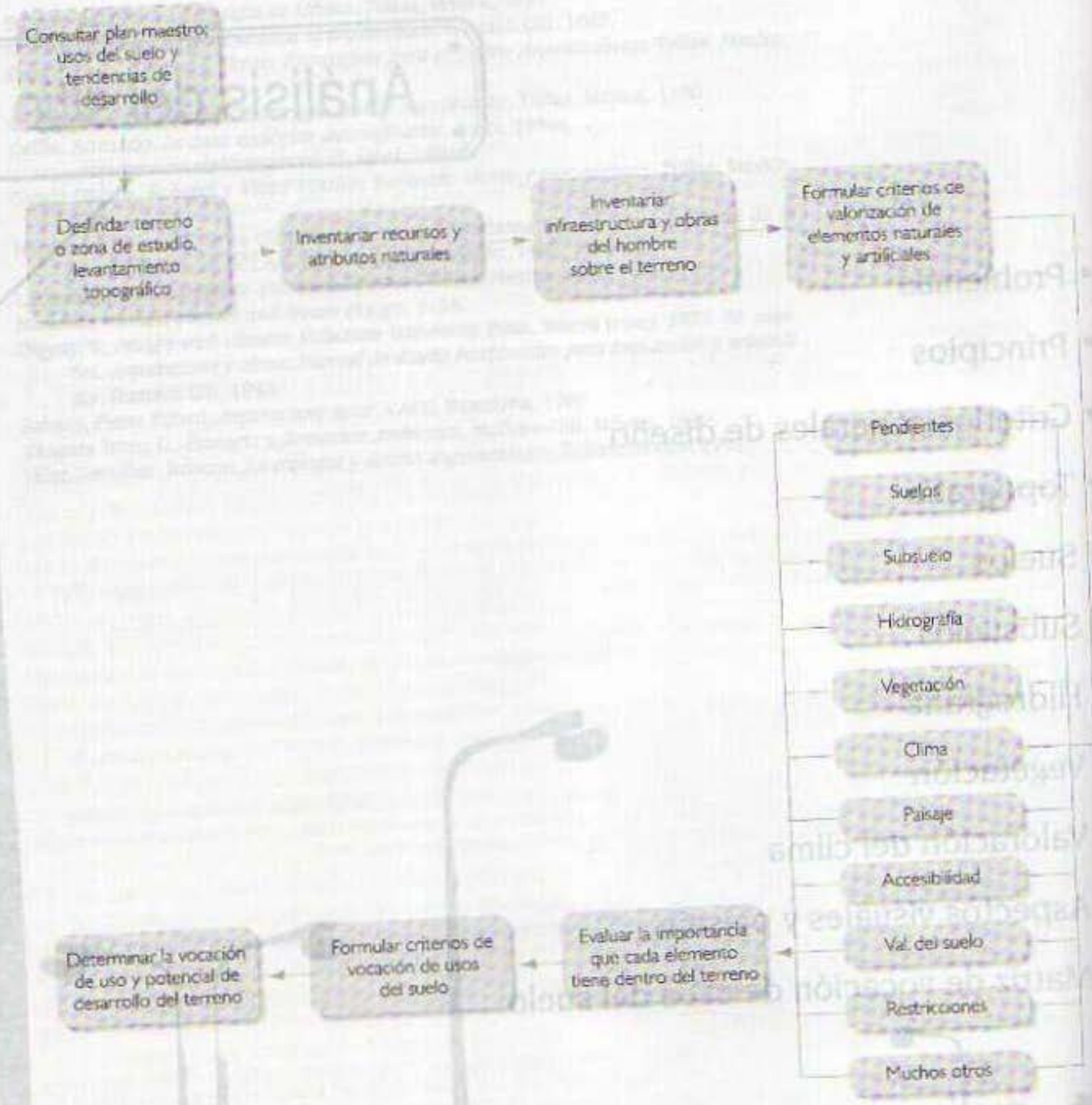
5

Análisis del sitio

- Problemas
- Principios
- Criterios generales de diseño
- Topografía
- Suelos
- Subsuelos
- Hidrografía
- Vegetación
- Valoración del clima
- Aspectos visuales y paisaje
- Matriz de vocación de usos del suelo



METODOLOGÍA DE DISEÑO: ANÁLISIS DEL SITIO



PROBLEMAS

Si las pendientes son pronunciadas los costos de urbanización serán mayores. A causa de la pendiente, el suelo tendrá mayor exposición a los vientos y a la acción del agua, propiciando con ello su erosión.

En suelos arenosos existe el peligro de derrumbes, además de ser más costosa la construcción de la infraestructura. La acción del viento en suelos secos y arenosos los hace más susceptibles de ser erosionados.

Si se urbaniza sobre suelos permeables, se obstaculiza la recarga de los mantos acuíferos, por lo que disminuirá la capacidad de extracción de agua de los pozos. Si se urbaniza en terrenos impermeables se podrá inundar el desarrollo.

Urbanizar en zonas inundables causará inundaciones periódicas, por tanto, el nivel de aguas freáticas resultará muy alto para permitir sistemas sépticos y el drenaje se azolvará tapándose con lodo de los escurrimientos pluviales.

PRINCIPIOS

Determinar la aptitud o potencial que un terreno tiene para ser urbanizado con base en sus cualidades físicas estableciendo las áreas óptimas para habitación, trabajo y servicios, conservación y trazo de redes de infraestructura.

Determinar las cualidades estéticas que tiene un terreno para articular armónicamente la urbanización con los atributos naturales del lugar, buscando con ello propiciar una imagen urbana memorable.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

En el diseño de fraccionamientos o conjuntos de viviendas se debe buscar aprovechar con eficiencia el terreno, para lo cual es importante adaptar el trazo urbano a su configuración y características.

El análisis de sitio propicia indicaciones de los usos e intensidad del uso del suelo permisibles, y define las zonas apropiadas de desarrollo y las áreas por preservar por su belleza o delicada ecología.

Topografía

La forma del relieve también determina los procesos naturales y los usos que el hombre puede hacer de distintas zonas. Para pendientes menores de 5 %, aunque son aptas para el desarrollo urbano puesto que casi no requieren movimientos de tierra para la urbanización y construcción, es deseable destinarlos para usos agropecuarios o áreas verdes, puesto que facilitan la recarga de los mantos acuíferos.

Aunque las pendientes de 5 a 10 % presentan algunos movimientos de tierra para la urbanización, tienen la ventaja de facilitar el escurrimiento del agua y, consecuentemente, evitan humedad, inundaciones y azolve de drenaje; asimismo, exponen a las viviendas a mejores condiciones de vientos y vistas que los terrenos sensiblemente planos. En terrenos con ligera pendiente deberá procurarse que la mayoría de las calles estén trazadas diagonalmente a las curvas de nivel para facilitar el escurrimiento pluvial.

Las pendientes de 10 a 15 % requieren mayores movimientos de tierra debido a los cortes y rellenos que se deben realizar, tanto para el trazo de las calles como para la conformación de plataformas de cimentación y construcción de viviendas. También requieren mayores costos de infraestructura a causa de la necesidad de aumentar la presión del agua y de tener que construir adicionalmente cajas rompedoras de velocidad para el drenaje. En estas pendientes las calles deben trazarse ligeramente paralelas al contorno topográfico.

Finalmente, en pendientes mayores de 15 % debe evitarse el desarrollo urbano, puesto que la urbanización y la construcción de viviendas resultan demasiado costosas. Consecuentemente, debe evitarse que la expansión de la ciudad y, principalmente, de asentamientos marginados se haga sobre terrenos de mucha pendiente.

Suelos

Los suelos están determinados por las condiciones del clima, la topografía y la vegetación. Cuando varían estas determinantes, los suelos experimentan cambios. En general, los suelos son aptos para el desarrollo urbano, excepto los siguientes:

Los *expansivos* son suelos de textura fina, principalmente arcillosos. Por su afinidad con el agua, la

absorben y retienen expandiéndose, por lo cual se originan fuertes movimientos internos. Al secarse se contraen, lo que provoca agrietamientos. Estos movimientos frecuentemente producen rupturas en las redes de agua y drenaje, así como cuarteaduras en las construcciones.

Los *dispersivos* son suelos básicamente arcillosos. Se caracterizan por ser altamente erosionables a causa del agua. Esto da origen a hundimientos cuando hay construcciones arriba de ellos, también se originan asentamientos y quiebres en las calles por el peso de los camiones.

Los *colapsables* son suelos que, estando secos, son fuertes y estables, pero al saturarse de agua se encojen y sufren grandes contracciones.

Finalmente, los suelos *corrosivos* se caracterizan por tener la propiedad química de disolver o deteriorar materiales como el fierro y el concreto.

En términos generales, los suelos altamente orgánicos (que se encuentran en valles) son frecuentemente más fértiles, pero tienen poca resistencia al peso, y debido a la cantidad de agua que retienen pueden dañar las construcciones; en tanto que los suelos inorgánicos tipo tepetatosos (que se encuentran en colinas y laderas) son más aptos para la construcción.

Hidrografía

Los escurrimientos de agua son elementos importantes que se deben considerar en el desarrollo urbano para evitar molestias a los pobladores cuando llueve y trastornos graves que puedan ocasionar inundaciones. Esto es particularmente importante de considerar para zonas costeras con elevados promedios de precipitación pluvial y aquéllas que están sujetas a eventuales ciclones o lluvias monzónicas.

En general, se recomienda respetar los cauces de agua principales dentro del predio que se va a urbanizar, evitando construir sobre ellos, pues en temporal, la superficie de captación de lluvia pendiente arriba, propicia avenidas de agua que pueden dañar las construcciones y exponer la vida de sus habitantes. Estos cauces deben tratarse como áreas verdes y realizar, cuando así se requiera, pequeños embalses para contener la velocidad de escurrimiento del agua y reducir la erosión. Estos embalses podrían ser aprovechados para la recreación o con fines paisajísticos.

Las depresiones del terreno en las partes bajas de los valles son susceptibles de ser inundables en temporal, por lo que deberá evitarse su urbanización. Es aconsejable que éstas también sean tratadas como áreas verdes y como zonas de recarga de mantos acuíferos.

Vegetación

En términos generales, por su valor funcional como elemento estabilizador microclimático y por sus cualidades estéticas, enfáticamente se recomienda respetar la vegetación existente en el predio, sobre todo aquella de difícil sustitución, como un árbol, debiendo incorporarse al diseño dentro del conjunto, es decir, si quedan árboles en medio de algún andador o calle, es recomendable rodearlos con arriates o jardineras, lo cual ayuda a darle interés a las perspectivas urbanas. De igual modo si quedaran árboles dentro de lotes, tendrá que desplazarse la construcción o bien reducir su tamaño para preservarlos.

Además, la vegetación es un elemento estabilizador del suelo, pues evita su erosión, aspecto que resulta vital en zonas costeras de suelos arenosos en los que el viento puede fácilmente desplazar dunas y ocasionar graves problemas a construcciones, así como azolves de la red de drenaje.

Paisaje

La diversidad en la fisiografía del terreno ofrece la posibilidad de incorporar al trazo urbano del conjunto algunos factores, como perspectivas y vistas hacia el mar o una montaña. El aprovechamiento del paisaje natural hace más agradables y amenos los recorridos por andadores y calles de un fraccionamiento o conjunto de viviendas.

Valores del suelo*

Se pueden distinguir tres niveles generales de valor en función de la pendiente y sus accesos:

*Para la valoración de otras variables consúltese De Chiara, 1985, pp. 93-96.

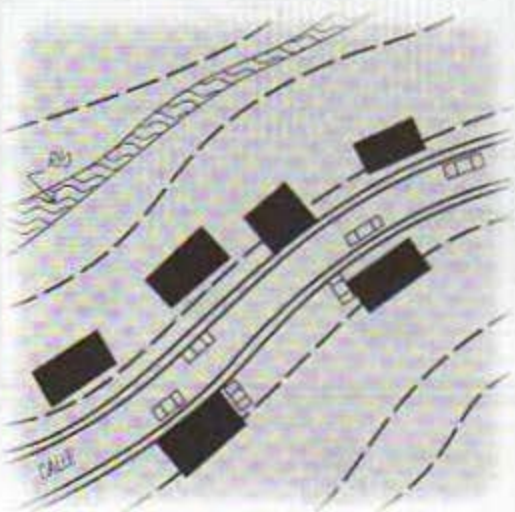
Bajo valor: terrenos con mucha pendiente (20% o más) y malos accesos.
Valor medio: terrenos con pendiente regular (de 15 a 20%) y acceso no difícil.
Valor alto: terrenos con pendiente menor (0 a 15%) y con buenos accesos.

Tenencia

La tenencia a la que puede estar sujeto un terreno y que habrá de considerarse en sus análisis de potencial es:

Privado: cuando existen escrituras legalmente registradas en favor de un propietario que usufructúa el predio con absoluta libertad.
Ejidal: cuando se encuentran legalmente establecidos en copropiedad varias fracciones de terreno y varios propietarios registrados ante la Secretaría de la Reforma Agraria, con carácter de inalienable. La superficie o unidad de dotación individual no debe ser mayor de 10 ha de terreno de riego, lo cual constituye la pequeña propiedad.
Comunal: tierras de copropiedad en donde se disfruta de tierras, aguas y bosques que les pertenezcan o que les hayan restituido.
Público: tierras de uso común. Propiedad de la nación, bienes de dominio público de la federación.

Adaptar el trazo de calles y sembrado de construcciones al contorno topográfico y a la hidrografía del terreno.



Restricciones federales

Existen bienes de dominio público de la federación como son: las vías de comunicación, playas, ríos, riberas, lagos, bosques, canales, líneas de conducción, etc., y bienes de dominio privado de la federación como son: las tierras y aguas no comprendidas anteriormente que sean susceptibles de enajenación a los particulares. Dichos bienes tienen ciertas restricciones de uso (*véase* "Condicionantes del proyecto", cap. 1) que son:

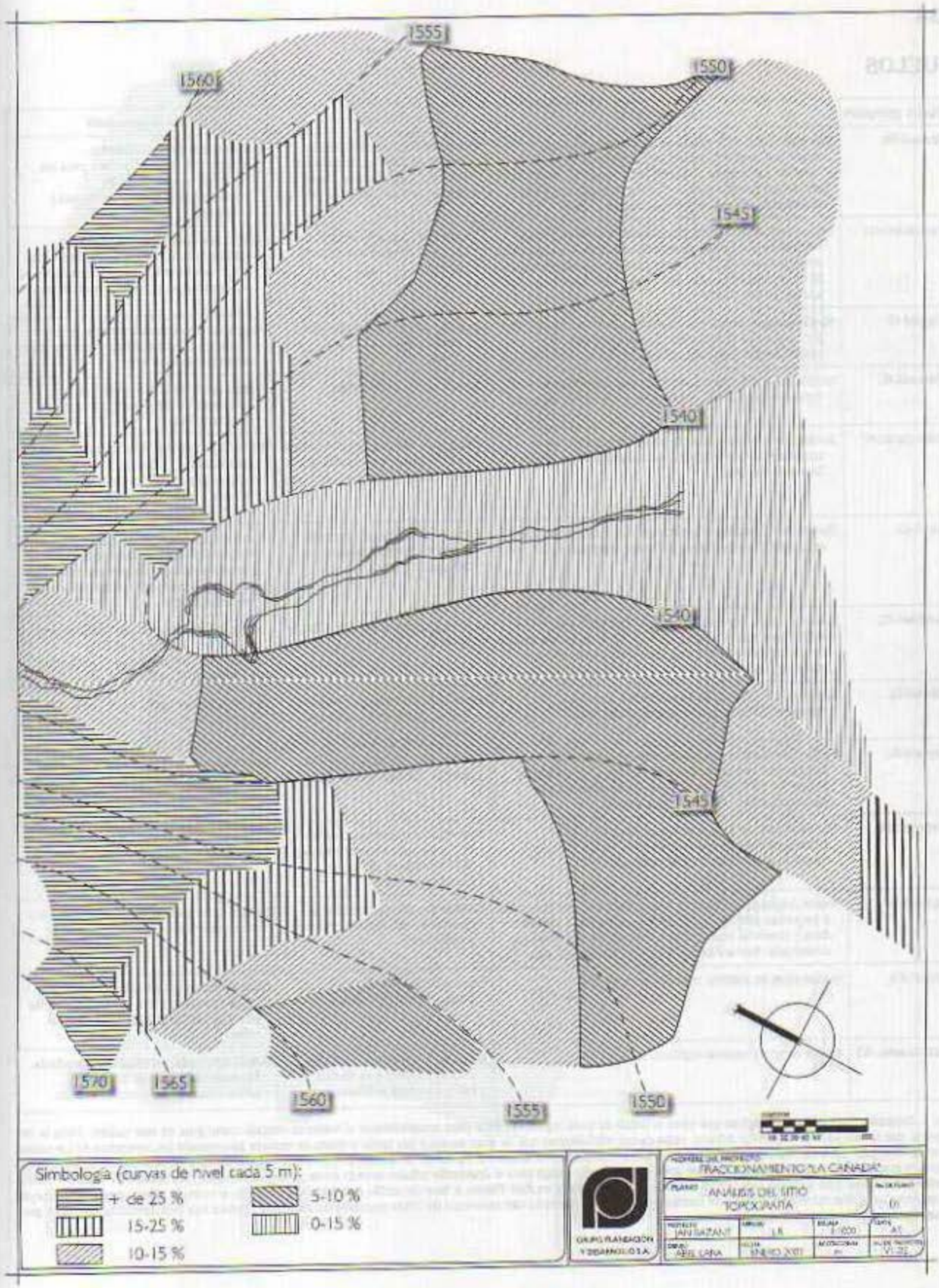
1. La franja territorial costera hasta un ancho de 12 millas marinas, de acuerdo con lo dispuesto por la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, las leyes que de ella emanen y el derecho internacional.
2. La zona marítima terrestre, los ríos, riberas, lagos y canales tienen una restricción de una franja de 10 a 20 m de ancho de tierra firme contigua que debe ser transitable a partir del nivel de crecientes máximas ordinarias. La restricción se aplica desde la desembocadura de éstas en el mar hasta río arriba adonde llegue el mayor flujo anual.
3. Las vías de comunicación, carreteras y caminos federales o estatales tienen un derecho de vía variable (*véase* cap. 1).
4. Las líneas de conducción de alta tensión tienen un espacio libre total de 15 a 30 m.
5. Las líneas de conducción de baja tensión tienen un espacio libre de 3 m al lado de las posibles construcciones.
6. Los bosques se clasifican en parques nacionales, en cuyo caso se consideran bienes de la nación e intocables, o bien en bosques de carácter regional, en cuyo caso podrán ser explotados con la debida concesión federal.

Uso del suelo y planes de desarrollo

Se especifica que los terrenos tienen uso cambiante de acuerdo con el paso del tiempo y son objeto de formar parte de algún plan por parte de las autoridades municipales, estatales o federales. Por tanto, será conveniente revisarlos, de existir en cualesquiera de sus escalas, las cuales pueden ser: plan de desarrollo regional, plano regulador, ley orgánica de desarrollo, reglamento de zonificación, plan director o plan maestro para el desarrollo urbano.

TOPOGRAFÍA

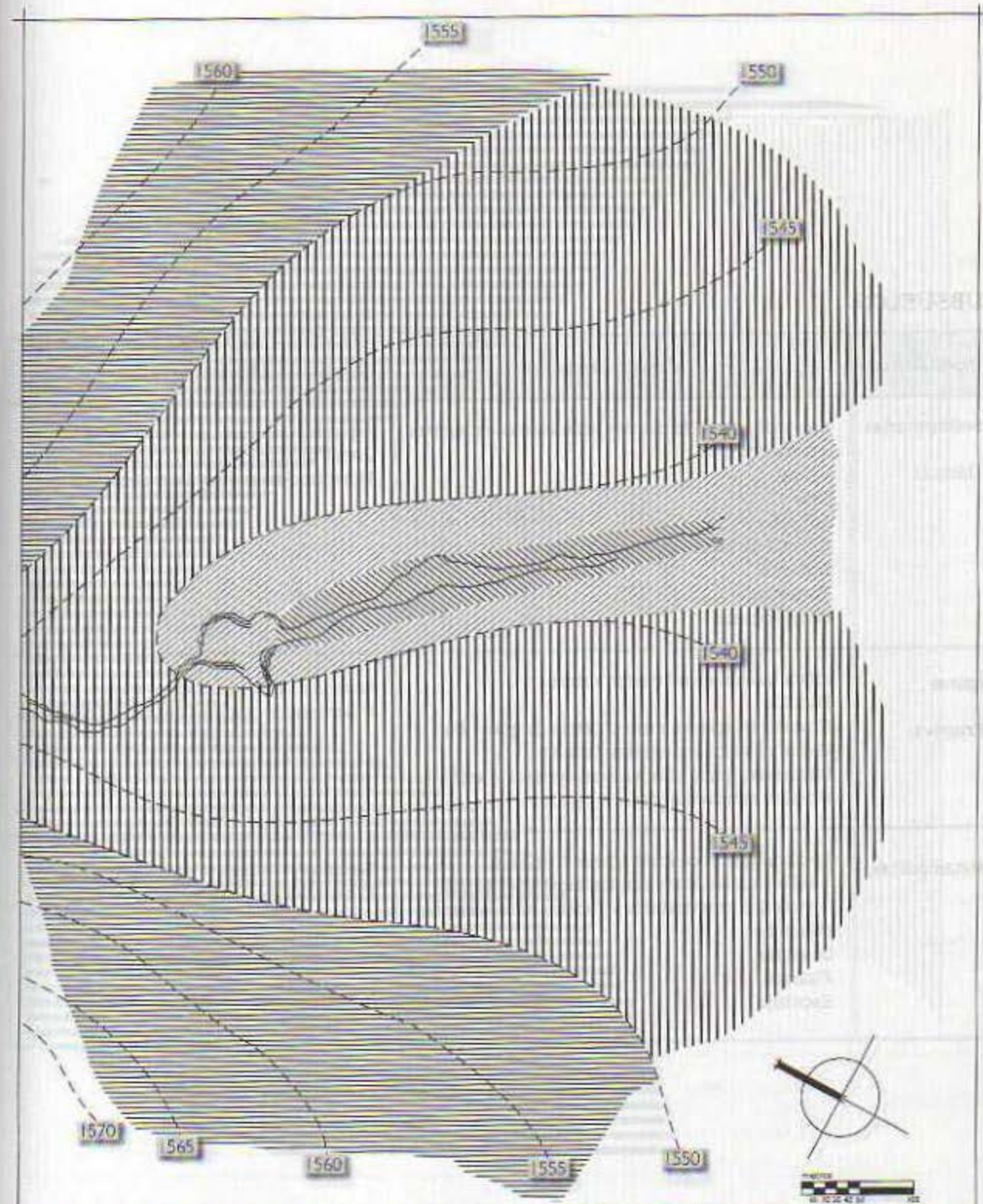
Pendientes (porcentaje)	*Características*	*Uso recomendable*
0-5	Sensiblemente plano Drenaje adaptable Estancamiento de agua Asoleamiento regular Visibilidad limitada Se puede reforestar Se puede controlar la erosión Ventilación media	Agricultura Zonas de recarga acuífera Construcción a baja densidad Recreación intensiva Preservación ecológica
5-10	Pendientes bajas y medias Ventilación adecuada Asoleamiento constante Erosión media Drenaje fácil Buenas vistas	Construcción de mediana densidad, e industrial Recreación
10-15	Pendientes variables Zonas poco arregladas Buen asoleamiento Suelo accesible para construcción Movimientos de tierra Cimentación irregular Visibilidad amplia Ventilación aprovechable Drenaje variable	Habitaciones de mediana y alta densidad Equipamiento Zonas de recreación Zonas de reforestación Zonas preservables
+ de 15	Incosteables de urbanizar Pendientes extremas Laderas frágiles Zonas deslavadas Fuerte erosión Asoleamiento extremo Buenas vistas	Reforestación Recreación extensiva Conservación


1555
1550
1560
1545
1540
1540
1545
1570
1565
1560
1555
1550
Simbología (curvas de nivel cada 5 m):
+ de 25 %
15-25 %
10-15 %
5-10 %
0-15 %
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.
FRACCIONAMIENTO "LA CANADA"
ANÁLISIS DEL SITIO
TOPOGRAFÍA
01
JAN SAZANT
L.R.
1:1000
A1
ABRIL CAÑA
ENERO 2001
VI-32

SUELOS

Suelos (ejemplos)	*Características*	*Ubicación*	*Uso recomendable*
Vertisol-VR	Son suelos con 30 % o más de arcillas en su composición hasta una profundidad de 50 cm. Conocidas como "arcillas expansivas" cuando están secas se contraen, presentan fisuras anchas y profundas, cuando están mojados se expanden y las grietas se cierran	Estado de Guanajuato, planicie costera de Sinaloa, Michoacán, Veracruz y Tamaulipas. Parte central de Baja California Sur-BCS	Suelos aptos para actividades agropecuarias, *muy nocivos* para las construcciones y redes de infraestructura porque se fisuran y cuartean
Andosoles-AN	Suelos formados a partir de materiales ricos en vidrios volcánicos, derivados de cenizas volcánicas que presenta una capa superficial de consistencia untuosa. Son suelos de baja resistencia, que son colapsables cuando tienen una carga confinada	Estados de Guerrero, Puebla, Chiapas, Morelos y el Distrito Federal	Suelos adecuados para actividades agropecuarias, pero que presentan *alto riesgo* a las construcciones pesadas o requieren de costosas cimentaciones
Gleysol-GL	Suelos impermeables, sin capacidad de absorción de agua por lo que son pantanosos. Suelos formados con materiales no consolidados con depósitos aluviales	Estados de Tabasco, Campeche y Quintana Roo	Suelos de conservación natural, poco aptos para la agricultura e *inadecuados* para el desarrollo urbano
Planosol-PL	Suelos generalmente desarrollados en relieve plano o en depresiones, que son inundables en época de temporal	Estado de Aguascalientes	Suelos aptos para la agricultura, pero presentan un *alto riesgo* para las construcciones
Solonchaks-SC	Suelos con alto contenido de sales, característicos de zonas semiáridas y áridas, así como de vasos de zonas lacustres marinas	Estados de Sonora, Sinaloa y Baja California BC; y en *menor grado* Chihuahua, Yucatán y Campeche	Limitaciones severas para actividades agropecuarias y *alto riesgo* para desarrollo urbano, pues el salitre es corrosivo a tuberías y elementos metálicos de construcciones (varillas, herrería, etc.)
Alisol-AL	Suelos con alto contenido de aluminio en su arcilla. Se encuentra principalmente en zonas templadas	Estados de Veracruz y Oaxaca, partes de Puebla, Tabasco y Chiapas	Aptos para agricultura precaria de temporal y condicionado para el desarrollo urbano, importando material de banco inerte para terracerías y tendidos de redes
Fluviosol-FL	Suelos ricos en depósitos aluviales, contiene material sulfuroso a una profundidad de 1.25 m de la superficie. Se encuentran en las márgenes de corrientes fluviales, marinas y lacustres	A lo largo de ríos, esteros y zonas marinas	Suelos utilizables para agricultura, pero porque son blandos y de baja resistencia, se presentan *inadecuados* para desarrollo urbano
Calcisol-CL	Suelos con acumulación de carbonato de calcio, representativos de zonas áridas y semiáridas	Estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Zacatecas y San Luis Potosí	Inservibles para agricultura, aunque es adecuados para el desarrollo urbano
Regosol-RG	Suelos compuestos con material pedregoso suelto, sobrepuesto con una capa dura de tierra. El contenido pedregoso no está consolidado y generalmente se encuentra sobre topografía accidentada	Estados de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Oaxaca y Durango	Inservibles para la agricultura. En este suelo crecen matorrales y árboles de raíz profunda. Apropiados para el desarrollo urbano
Arenosol-AR	Suelos de textura gruesa arenosa hasta de 1 m. Débilmente desarrollados y a mayor profundidad con fragmentos de rocas u otros materiales	Predominantemente en estados de BCS y Sonora, pero también en BC, Chihuahua, Guerrero, Chiapas y Oaxaca	Suelos aptos para actividades pecuarias y apropiados para el desarrollo urbano
Leptosol-LP	Suelos delgados, débilmente desarrollados a base de arcilla y pequeñas piedras, limitados en profundidad por roca dura y continua o por material calcáreo o por una capa cementada. Son los suelos más abundantes del país	Estados de Coahuila, Durango, Quintana Roo, Oaxaca, Yucatán y Chihuahua	Suelos aptos para agricultura de agaves y adecuados para el desarrollo urbano
Feozem-FH	Suelos ricos en materia orgánica de color oscuro	Estados de Jalisco, Hidalgo, Guanajuato y Chihuahua	Suelos aptos para actividades pecuarias (para pastizales). Por sus características hay que condicionarlos al desarrollo urbano
Kastañozems-KS	Suelos ricos en materia orgánica, de color pardo	Estados de Zacatecas, Tamaulipas, Durango y partes de Nuevo León, Coahuila y Jalisco	Suelos aptos para pastizales y ganadería. Por sus características hay que condicionarlos al desarrollo urbano

Nota: 1. Consultar las cartas edafológicas que tiene el INEGI de cada región del país, para complementar el material ofrecido como guía en este cuadro. Dada la importancia que tienen para el desarrollo urbano, estas cartas edafológicas son de gran escala y por tanto definen de manera aproximada los contornos de los suelos dentro de la región. De tener dudas o querer precisar sobre una particular ubicación en donde se realizara el proyecto urbano es muy recomendable consultar a un experto en mecánica de suelos. 2. Los suelos con poca aptitud o alto riesgo para el desarrollo urbano cuando están geológicamente en *fase Lítica*, formado por arcilla revuelta con piedras (con pantalla con cruces en la carga edafológica), en *fase Dúrica* a base de arcilla cementada que impide el paso de raíces (pantalla con rayas intermitentes) y la *fase Petrocálcica*, también formado por arcilla cementada con carbonato de calcio (pantalla de cuadritos), reduce sus características nocivas y pueden ser aprovechados para el desarrollo urbano.



Simbología:

- Regosol
- Gleysol
- Leptosol
- Fluviosol

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

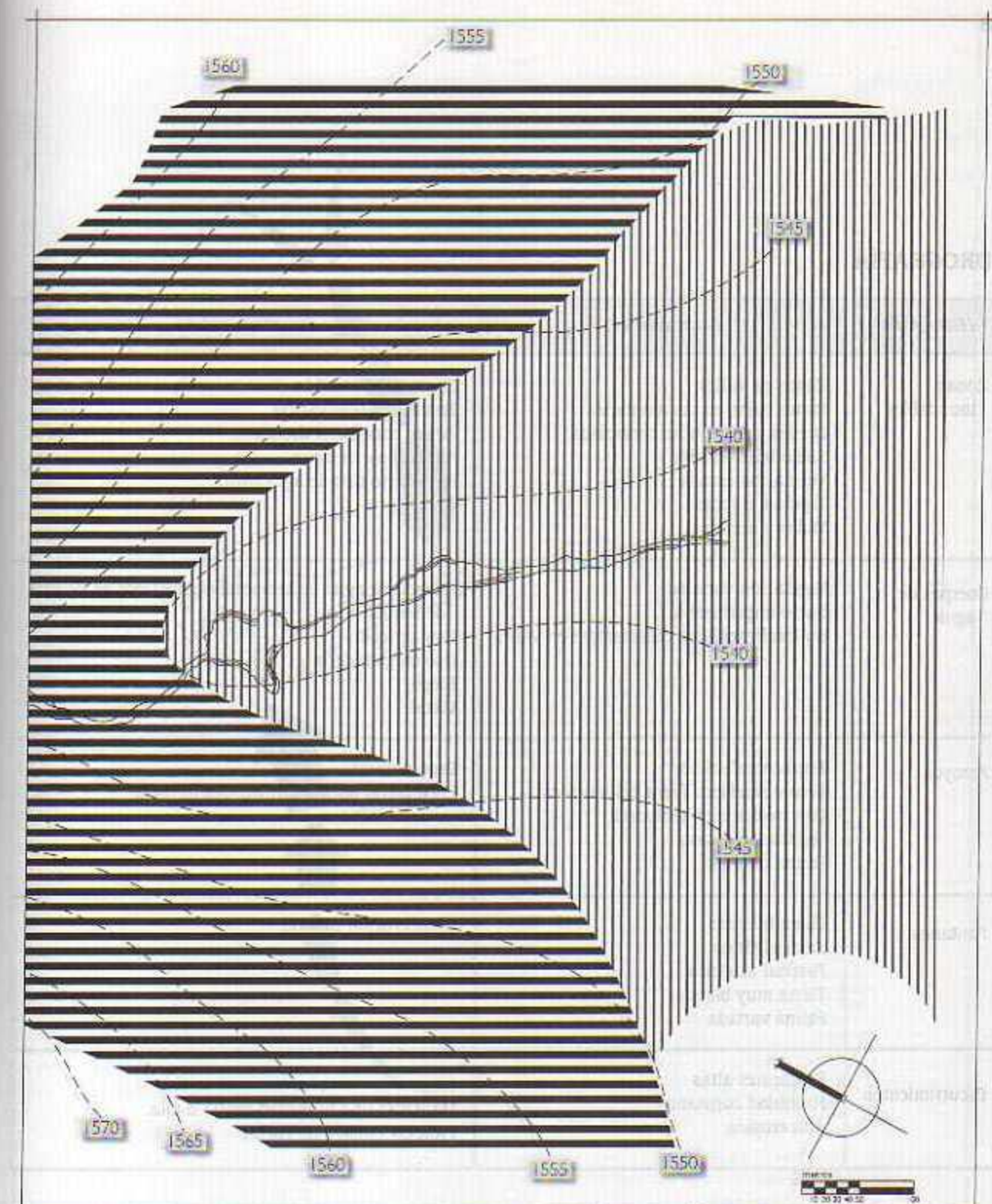
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: ANÁLISIS DEL SITIO
SUELO

02

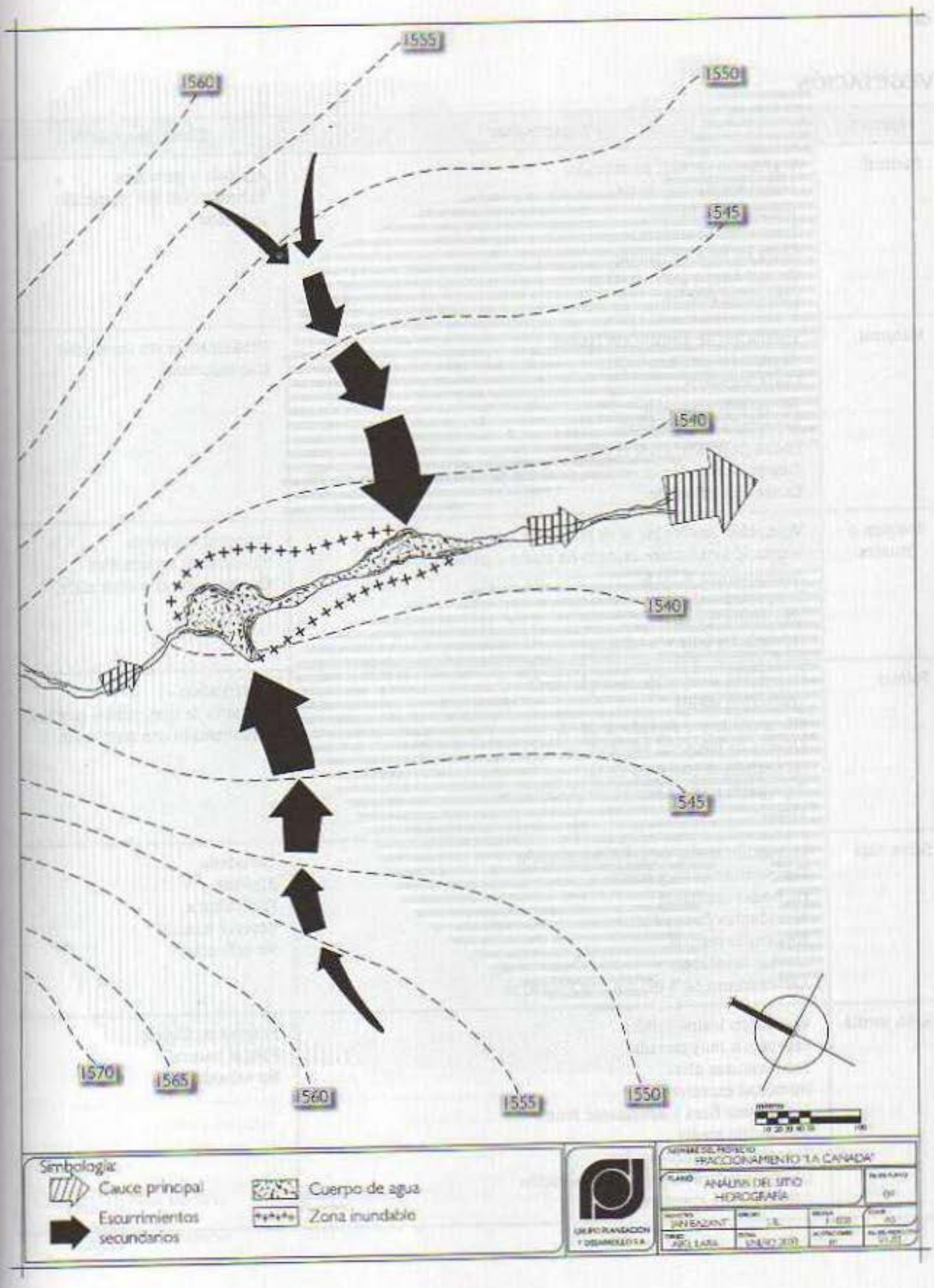
SUBSUELOS

Tipos de roca	*Características*	*Uso recomendable*
Sedimentarias Clásticas	Son sedimentos de plantas acumuladas en lugares pantanosos Caliza Yeso Solgema Mineral de hierro, magnesia y silicio Arenisco Traventino Conglomerado	Agrícola Zonas de conservación o recreación Urbanización de muy baja densidad
Ígneas Eruptivas	Cristalización de un cuerpo rocoso Fundido Extensivas, textura úrea o pétrea de grano fino Colita, obsidiana, audesita, basalto Intrusivas, grano relativamente grueso y uniforme Granito, monzonita, deorita y gabro	Materiales de construcción Urbanización con mediana y alta densidad
Metamórficas	Recristalización de rocas ígneas o de rocas sedimentarias, éstas son formadas por las altas presiones, temperaturas y vapores mineralizantes Mármoles Cuarcitas Pizarras Esquisijo	Materias primas para usos industriales Urbanización con densidades bajas y medias Minerales


1555
1560
1550
1545
1540
1540
1545
570
1565
1560
1555
1550
Simbología:
Sedimentaria
Metamórfica
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.
PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
PLANO: ANÁLISIS DEL SITIO
SUBSUELOS
03
JAN SAZARI
1:1000
A1
SIN CAMA
01 DIC 2020

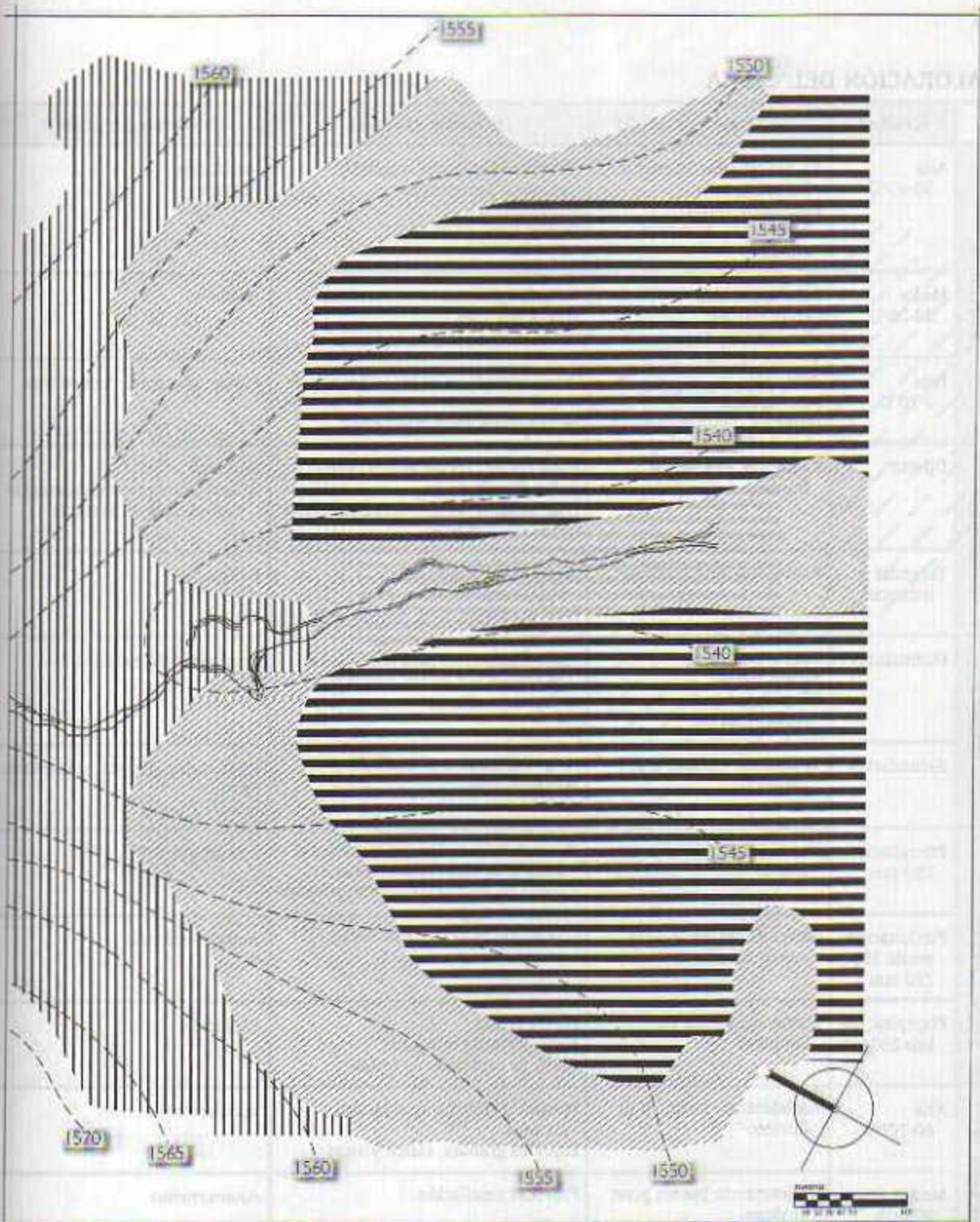
HIDROGRAFÍA

Hidrografía	*Características*	*Uso recomendable*
Zonas inundables	Zonas de valles Partes bajas en las montañas Drenes y erosión no controlada Suelo impermeable Vegetación escasa Tepetate o rocas Vados y mesetas	Zonas de recreación Zonas de preservación Zonas para hacer drenes Almacenaje de agua Para cierto tipo de agricultura
Cuerpos de agua	Vegetación variable Suelo impermeable Su localización es casi siempre en valles	Almacenar agua en temporal para usarse en tiempo de sequía Uso agrícola Uso en ganadería Riego Vistas
Arroyos	Pendiente de 5-15° Seco o semiseco fuera del temporal Con creciente en temporal Vegetación escasa Fauna mínima	Dren natural Encauzarlo hacia un lugar determinado
Pantanos	Clima húmedo Semiselvático Pastizal acuático Tierra muy blanda Fauna variada	Conservación natural
Escurrimientos	Pendientes altas Humedad constante Alta erosión	Riego Mantener una humedad media o alta Proteger erosión de suelos


1555
1560
1550
1545
1540
1540
1545
1570
1565
1560
1555
1550
Simbología:
Cauce principal
Escurrimientos secundarios
Cuerpo de agua
Zona inundable
GRUPO RANDON Y DESARROLLO S.A.
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
ANÁLISIS DEL SITIO
HIDROGRAFÍA

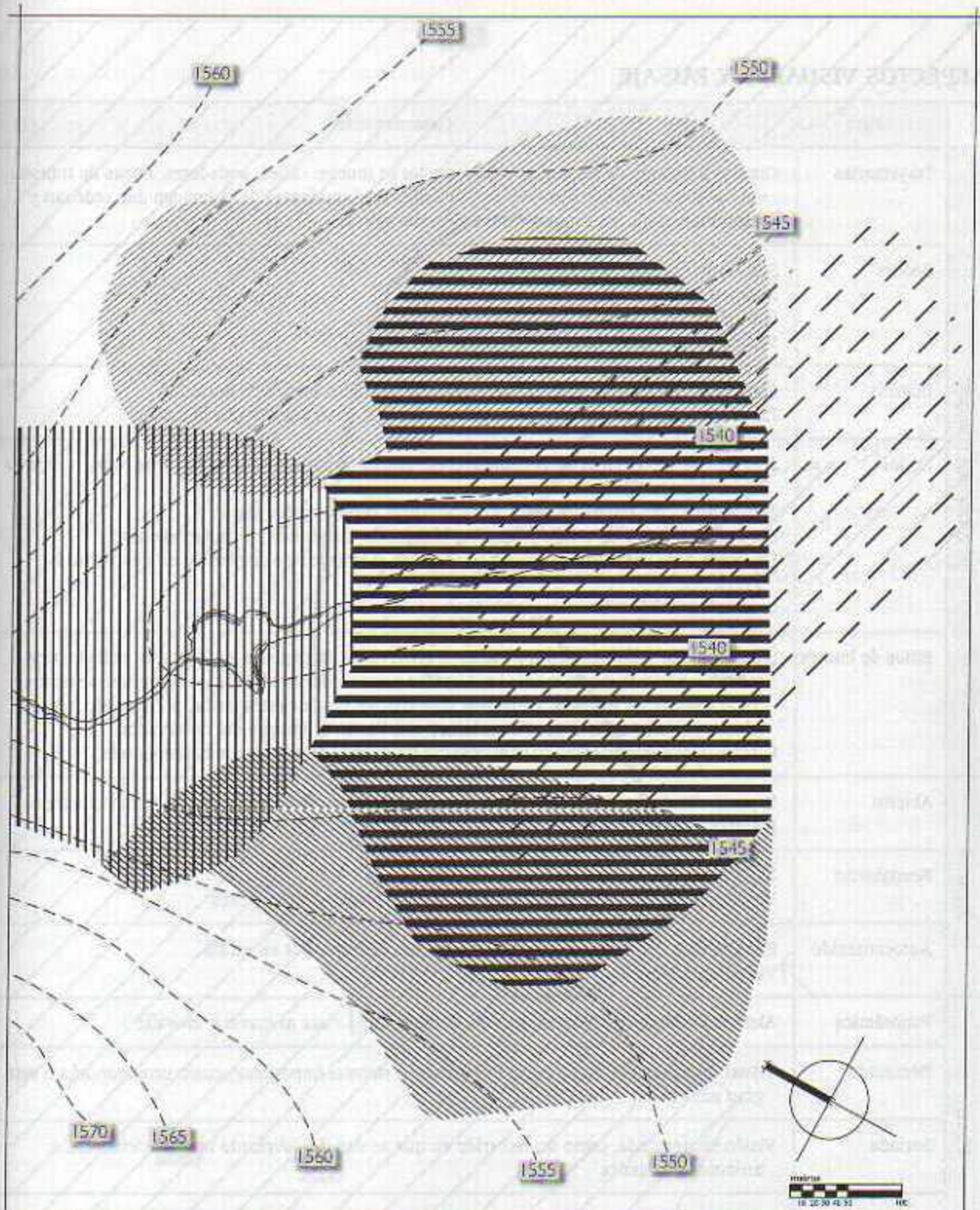
VEGETACIÓN

Vegetación	*Características*	*Uso recomendable*
Pastizal	Vegetación de fácil sustitución Asoleamiento constante Temporal de lluvias Temperaturas extremas Se da en valles y colinas Control bueno para siembra Control de erosión	Agrícola y ganadera Urbanización sin restricción Industria
Matorral	Vegetación de sustitución rápida Vegetación mediana baja Clima semiseco Temperatura variable Topografía semirregular Fauna (insectos, aves, reptiles) Protege el suelo de la erosión, pero con pendiente mayor de 15-25° Existe escurrimiento	Urbanización sin restricción Uso industrial
Bosques o frutales	Vegetación sustituible si es planeada Vegetación constante excepto en otoño y parte de invierno Asoleamiento al 50% Temperatura media Topografía regular Humedades baja y mediana	Industria maderera Industria de comestibles Urbanización con restricción
Palmar	Vegetación sustituible si es planeada Vegetación media Clima cálido o templado ± 25°C Lluvias de temporal esporádicas Asoleamiento casi todo el día Topografía regular con algunas variantes Vistas	Preservación Industria de comestibles (aceites) Urbanización con restricción
Selva baja	Vegetación media de difícil sustitución Temperaturas alta y media Humedad constante Abundantes flora y fauna Topografía regular Lluvias constantes Asoleamiento 50% del día con nublados	Ganadería Agrícola Fruticultura Reserva natural No urbanizar
Selva media	Vegetación insustituible Vegetación muy cerrada Temperaturas altas Humedad excesiva Exuberante flora y abundante fauna Ventilación media Topografía no muy regular Lluvias constantes y poca evaporación Asoleamiento constante	Reserva ecológica Parque natural No urbanizar


1555
1560
1550
1545
1540
1540
1545
1570
1565
1560
1555
1550
Simbología:
Masa arbolada
Pastizal
Árbol disperso
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.
NOMBRE DEL PROYECTO
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
PLANO
ANÁLISIS DEL SITIO
VEGETACIÓN
05
A1

VALORACIÓN DEL CLIMA

	Variables	*Características*	*Aplicación al diseño*	*Problemas por resolver*
Temperatura	Alta 30-40 °C	En desierto: lluvia escasa, humedad seca En trópico: lluvia abundante, humedad elevada	Procurar ventilación cruzada y espacios sombreados Muros gruesos Techos altos, pórticos	Ventilación Sombras
	Media 20-30 °C	Calor soportable Lluvia regular Humedad media	Espacios abiertos Muros delgados Ventanas grandes	Sombras
	Baja 0-20 °C	Poco calor Poco lluvioso Húmedo	Procurar asoleamiento y retención de calor Techos bajos, ventanas chicas	Protección contra vientos fríos
Asoleamiento	Directo	Radiación, exposición franca	Espacios de deporte al aire libre Áreas de recreación Usar volados, aleros, vegetación para procurar sombras	Sombras Bloquear orientación indeseable y aprovechar la deseable
	Tangente o indirecto	Exposición media, reflejos	Áreas residenciales y de equipamiento urbano Usar partesoles para matizar reflejos	Reflejos
Vientos	Dominantes	Buena ventilación Atraen lluvia Disminuyen la contaminación	Aprovechamiento para condiciones de comodidad en los espacios Ventanas medianas	Ventilación de espacios
	Secundarios	Ventilación variable o de temporal Mantienen la temperatura	Aprovechamiento al máximo Ventanas grandes	Obstaculizar vientos indeseables Erosión
Lluvias	Precipitación 750 mm	Lluvia constante todo el año	Procurar buenos drenajes pluviales y áreas grandes techadas, volados, aleros en las construcciones, pórticos	Escurrimientos Erosión
	Precipitación media 250-750 mm	Lluvia de temporal unos meses del año	Concentrar el agua en canales y presas	Almacenamiento
	Precipitación baja 250 mm	Lluvia esporádica de temporal	Prever presas Perforaciones profundas Obras de captación de aguas	Captación
Humedad	Alta 60-100 %	Asoleamiento bueno, muy lluvioso	Procurar sombra y ventilación cruzada Espacios grandes, claros y altos	Ventilación
	Mediana 30-60 %	Asoleamiento bueno, poco lluvioso	Provocar ventilación	Asoleamiento
	Baja 30 %	Muy asoleado, poca lluvia	Procurar sombras Espacios pequeños y oscuros	Evaporación



Simbología:

- Asoleamiento Poniente
- Asoleamiento Sur
- Asoleamiento Oriente
- Asoleamiento rasante

GRUPO PLANEACION Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: ANÁLISIS DEL SITIO CLIMA

NÚM. DE PLANO: 06

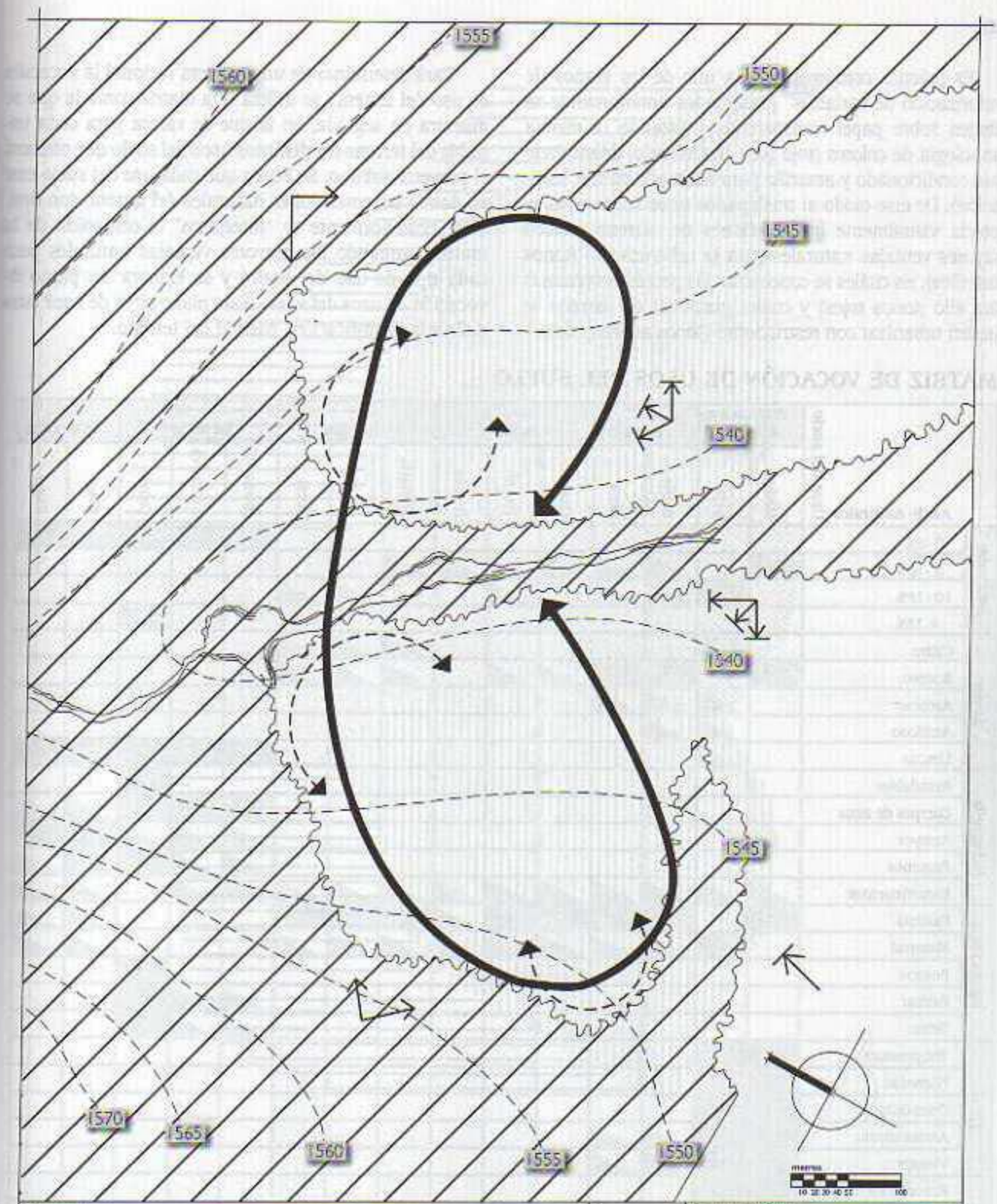
PROYECTO	ESCALA	FORMATO
JAN RATANT	1:1000	A1
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m

NO. DE PROYECTO: VT-02

ASPECTOS VISUALES Y PAISAJE

	Tipo	*Características*
*Elementos visuales**	Trayectorias	Canales a lo largo de los cuales el observador se mueve: calles, andadores, líneas de tránsito, vías de ferrocarril; constituyen los elementos predominantes de la imagen que ordenan y relacionan todos los componentes del medio urbano
	Bordes	Son fronteras entre dos distritos Rompen la continuidad Son referencias laterales, más que ejes coordinantes Son elementos importantes de organización espacial
	Distrito	Son zonas de construcción homogéneas y reconocibles dentro de la ciudad Las edificaciones tienen algo en común y se diferencian del resto de la ciudad
	Nodos	Son puntos estratégicos de la ciudad, como cruces importantes de calles, una playa o centros de mucha actividad Tienen atracción intensiva hacia y desde donde el observador viaja Pueden ser puntos de unión primarios, lugares de transborde en transportación Un cruce o convergencia de trayectorias o bien momentos de cambio de una estructura a otra Contienen símbolos visuales dominantes
	Sitios de interés	Son puntos de referencia en los cuales el observador claramente identifica un edificio, una señal, una tienda o una montaña. Algunos son visibles desde puntos distantes; se usan como referencias visuales. Otros son sólo visibles desde ciertos sitios, por ejemplo, una iglesia, portales u otros detalles urbanos que llenan la imagen del observador Cobran mayor importancia para el observador cuando se vuelven más familiares
Espacios	Abierto	Espacio vasto, con pocas limitantes. Visual amplia, hacia un valle, el mar o una montaña Incorpora visualmente la naturaleza con la ciudad
	Semiabierto	Espacio parcialmente cerrado Vistas interiores con perspectivas hacia puntos abiertos importantes
	Autocontenido	Espacio bien delimitado o cerrado, claramente definible por su escala Vistas interiores
Vistas	Panorámica	Alcance limitado al horizonte a 180°; ejemplos: una vista al mar o a un valle
	Rematada	Visual impedida por algún elemento urbano o natural importante, como una montaña o una gran edificación
	Seriada	Visión secuenciada, como un recorrido en que se van descubriendo nuevos elementos o atributos espaciales
	De punto focal	Vista con interés en un elemento natural o urbano que por su belleza o su significado vale la pena rescatar y enfatizarlo visualmente

*Véase K. Lynch, *La imagen de la ciudad*, Gustavo Gili, 1987.


1555
1560
1550
1545
1540
1540
1545
1570
1565
1560
1555
1550
Simbología:
Espacio autocontenido
Espacio secundario
Vista rematada
Vista panorámica
Vista secuenciada
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
ANÁLISIS DEL SITIO
PAISAJE
07
JAIME BAZANT
ABEL LARA
ENERO 2003
A0

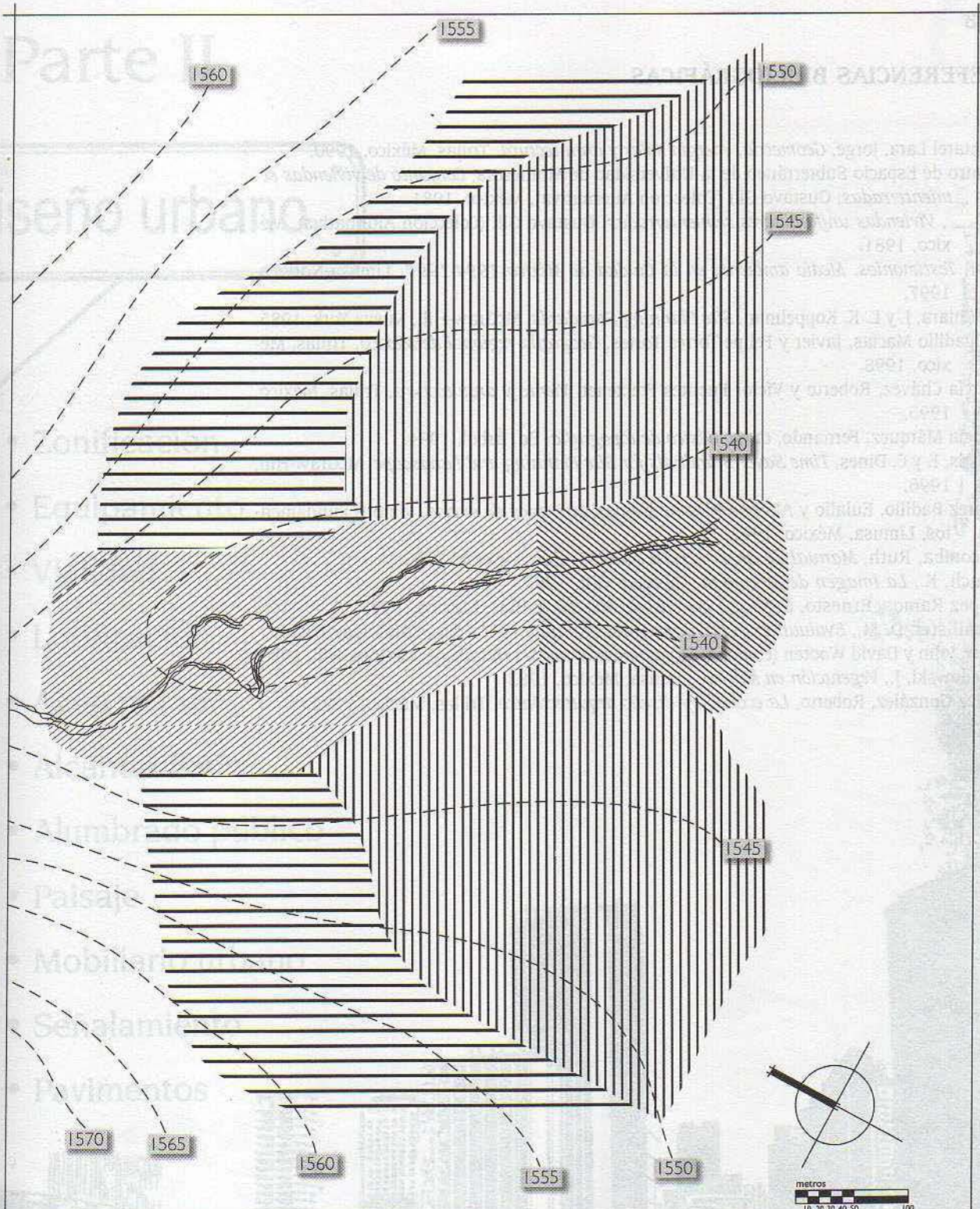
Es práctica común que cada uno de los planos de "valorización de variables" presentados anteriormente se dibujen sobre papel transparente, utilizando la misma simbología de colores (rojo para inadecuado, anaranjado para condicionado y amarillo para adecuado para urbanización). De este modo al traslaparlos unos sobre otros se aprecia visualmente qué porciones del terreno ofrecen mayores ventajas naturales para la urbanización (tonos amarillos), en cuáles se concentran las peores desventajas para ello (tonos rojos) y cuáles porciones del terreno se pueden urbanizar con restricciones (tonos anaranjados).

Para determinar de una manera racional la vocación de uso del terreno, se utiliza una matriz como la que se muestra en seguida, en la que se valora para cada variable del terreno los distintos usos del suelo que ofrecerá el proyecto urbano. Se busca que cada uso del suelo esté en donde las condiciones naturales del terreno son óptimas. Posteriormente se "interpreta" el contenido de la matriz (sumando las mayores ventajas naturales para cada tipo de uso del suelo) y se elabora un plano de vocación de usos del suelo. Este plano sirve de base para definir la "zonificación" natural del terreno.

MATRIZ DE VOCACIÓN DE USOS DEL SUELO

	Usos del suelo / Atrib. naturales	*Habitantes (densidad)*		*Comercio*		*Industria*			*Vialidad*			*Recreación*			*Agricultura*	
		Media	Baja	Barrio	Zona	Ligera	Transf.	Pesada	Primaria	Secund.	Local	Intensiva	Extensiva	Conser.	Temp.	Riego
Pendientes	0 -5%															
	5 -10%															
	10 -15%															
	+ 15%															
Suelos	Calizo															
	Rocoso															
	Arenoso															
	Arcilloso															
	Limoso															
Hidrografía	Inundables															
	Cuerpos de agua															
	Arroyos															
	Pantanos															
	Escurrimientos															
Vegetación	Pastizal															
	Matorral															
	Bosque															
	Palmar															
	Selva															
Clima	Temperatura															
	Humedad															
	Orientación															
	Asoleamiento															
	Vientos															
Vistas	Panorámica															
	Rematada															
	Seriada															
	Punto focal															
	Esp. aislado															

Recomendable — Posible — Indiferente



Simbología:

- Urbanización densidad baja
- Urbanización densidad media
- Conservación Recreación
- Equipamiento Comercios (en accesos)

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"			
PLANO: ANÁLISIS DEL SITIO VOCACIÓN DE USOS DEL SUELO			No. DE PLANO: 08
PROYECTO: JAN BAZANT	APROBO: J.R.	ESCALA: 1:1000	CLAVE: AS
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantarel Lara, Jorge, *Geometría, energía solar y arquitectura*, Trillas, México, 1990.

Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota, *Conjunto de viviendas semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Viviendas unifamiliares semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

DDF, *Testimonios. Medio ambiente en la Ciudad de México 1994-1997*, Limusa-Noriega, 1997.

De Chiara, J. y L. K. Koppelman, *Site Planning Standards*, McGraw-Hill, Nueva York, 1985.

Delgadillo Macías, Javier y Felipe Torres Torres, *Geografía regional de México*, Trillas, México, 1998.

García Chávez, Roberto y Víctor Fuentes Freixenet, *Viento y arquitectura*, Trillas, México, 1995.

García Márquez, Fernando, *Curso básico de topografía*, Ed. Árbol, 1994.

Harris, F. y C. Dines, *Time Saver Standards for Site Planning and Landscape*, McGraw-Hill, 1996.

Juárez Badillo, Eulalio y Alfonso Rico Rodríguez, *Mecánica de suelos*, tomo I: Fundamentos, Limusa, México, 1997.

Lacomba, Ruth, *Manual de arquitectura solar*, Trillas, México, 1990.

Lynch, K., *La imagen de la ciudad*, Gustavo Gili, 1987.

López Ramos, Ernesto, *Geología general de México*, Trillas, México, 1993.

McAllister, D. M., *Evaluation in Environmental Planning*, MIT Press, Cambridge, 1980.

Raw, John y David Wooten (comps.), *Environmental Impact Handbook*, McGraw-Hill, 1980.

Rzedowski, J., *Vegetación en México*, Limusa, México, 1982.

Vélez González, Roberto, *La ecología y diseño arquitectónico*, Trillas, México, 1992.

Parte II

Diseño urbano

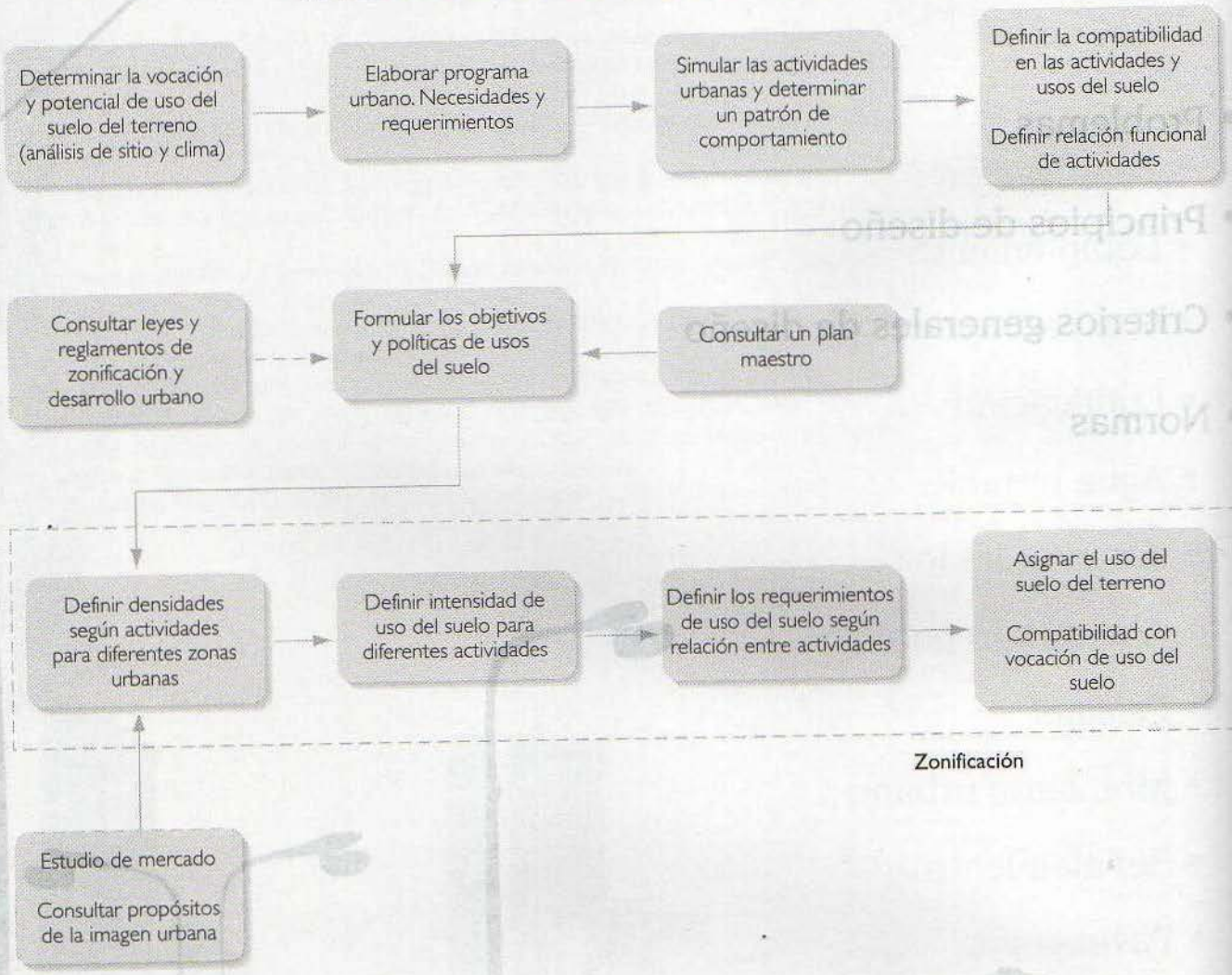
- Zonificación
- Equipamiento
- Vialidad
- Lotificación
- Agua potable
- Alcantarillado
- Alumbrado público
- Paisaje
- Mobiliario urbano
- Señalamiento
- Pavimentos

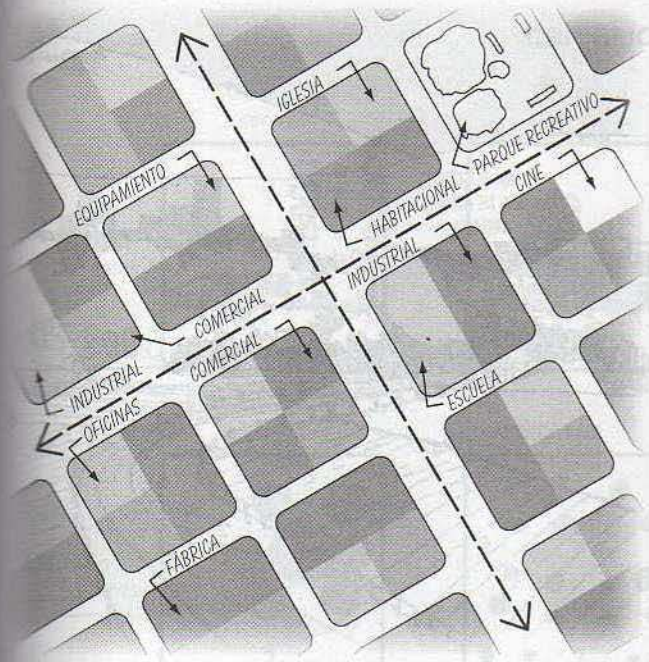
6

Zonificación

- Problemas
- Principios de diseño
- Criterios generales de diseño
- Normas

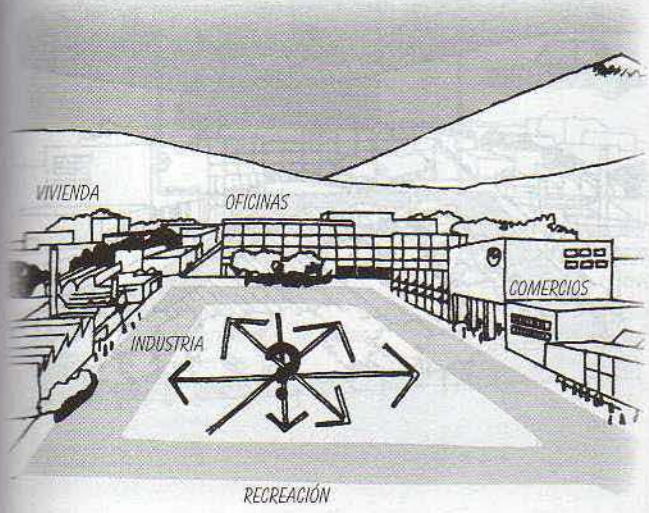
METODOLOGÍA DE DISEÑO: ZONIFICACIÓN





Combinación de usos del suelo que propicia conflicto entre actividades e ineficiencia funcional

La proximidad de actividades produce caos visual, pues dificulta identificar destinos en los recorridos.



PROBLEMAS

Cuando la zonificación no es definida da por resultado mezclas indeseables en los usos del suelo y una estructura funcional poco clara y eficiente, pues los diversos usos generan tránsito diferente, cada uno con distintas necesidades, propiciando embotellamientos y desorden en la circulación.

Cuando la zonificación no es clara los usuarios tienen dificultad para identificarse con el lugar donde viven y trabajan, así como dificultad para orientarse con respecto a cómo llegar al lugar que desean.

Cuando la zonificación no considera al medio se afectan los ecosistemas locales y ello da como consecuencia un deterioro ambiental. Un ejemplo típico es la urbanización de tierras agrícolas (con fines especulativos) que afecta la recarga de los mantos acuíferos subterráneos que se agotan con el tiempo. Esto se traduce en futuras carencias de agua para la población. (El error consiste en no considerar el ciclo ecológico del agua.)

PRINCIPIOS DE DISEÑO

Con base en el análisis programático, se deben determinar las cualidades de uso y funcionales del desarrollo, buscando establecer una congruencia entre todos sus componentes. Generalmente del planteamiento funcional se desprenden la estructura de vialidad y del uso del suelo, los tipos y características de las lotificaciones, así como la intensidad del suelo destinadas a cada uso.

Con base en el análisis del sitio, se debe determinar la aptitud que tiene un terreno para que, de acuerdo con sus particulares características fisicoespaciales, éste tenga la utilización más racional y adecuada. La zonificación pretende definir espacialmente los distintos usos del suelo.

Es necesario desarrollar un concepto de espacialidad que sea rector en el diseño del conjunto. El concepto espacial está compuesto por espacios definidos, jerarquizados, secuenciados o articulados que imprimen a la localidad un carácter, un orden, una identidad, una orientación que los hace memorables a sus habitantes. Para lograrlo se usan calles de diversos tipos, plazas o espacios abiertos, edificaciones de diver-

sas cualidades de diseño y construcción, así como elementos naturales y vegetales (*véase* cap. 3).

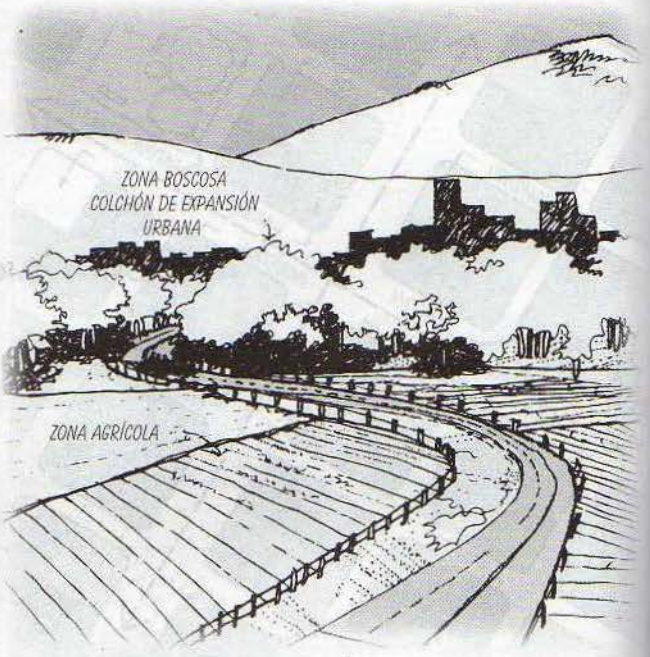
CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

1. Con la zonificación se intenta hacer la distinción entre las cualidades funcionales que tiene cada uso del suelo, de modo que éstas sean consideradas especialmente separadas. El análisis programático se utiliza para determinar qué actividades pueden ser agrupadas dentro del mismo uso, cuáles deben estar separadas, pero próximas entre sí y cuáles no deben tener proximidad física. Este análisis ayuda a interrelacionar las actividades y resulta indispensable para determinar la configuración de los usos del suelo.

2. Con la zonificación se proporcionan las áreas o manchas que cada uso del suelo debe tener según la intensidad de las actividades que se van a desarrollar. Esto ofrece un elemento de carácter que debe usarse en la propuesta; por ejemplo, jerarquizando los usos del suelo para imprimir un carácter residencial, industrial, comercial o campestre, aunque el carácter también depende de la forma en que queden relacionados los usos del suelo. Los usos del suelo propuestos deben ser compatibles con la vocación de usos que tiene el terreno en cuestión (*véase* cap. 5).

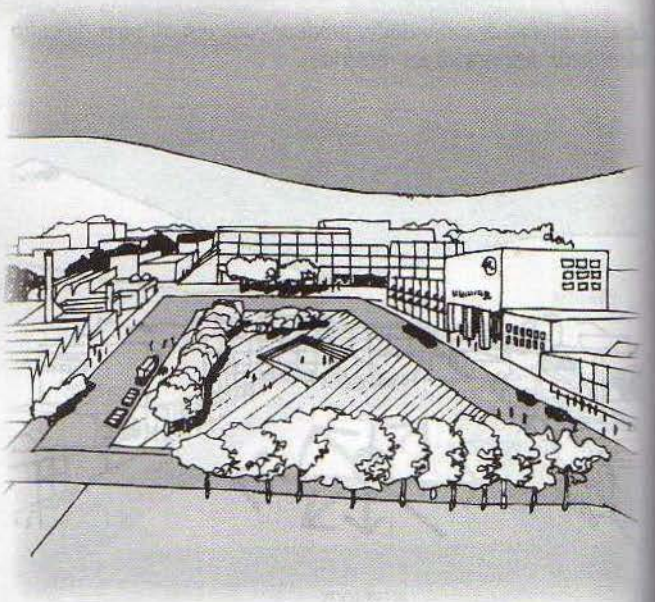
3. De entre los elementos predominantes del paisaje se pueden buscar aquellos que sea posible rescatar, valorar e incorporar al manejo espacial de la propuesta (*véanse* caps. 3 y 13). Por ejemplo, en una planicie con perspectivas exteriores abiertas se buscaría zonificar de una manera compacta para contrastar, creando perspectivas interiores; en cambio, en un ambiente de montaña con amplias perspectivas exteriores se buscaría abrir los espacios hacia los puntos focales interesantes. El medio es determinante en la zonificación, pues ésta debe responder espacialmente a sus condicionantes espaciales.

4. La zonificación debe estar estructurada para que funcionalmente ofrezca un esquema eficiente en sus habitantes. En el cuadro siguiente se citan las alternativas más comúnmente empleadas en zonificación; cada una muestra sus implicaciones en empleo, espacios abiertos, movimiento y tipos de vivienda.

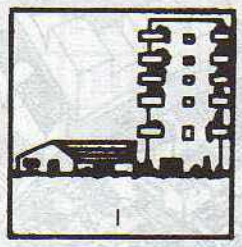
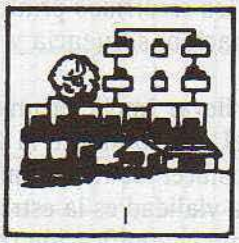
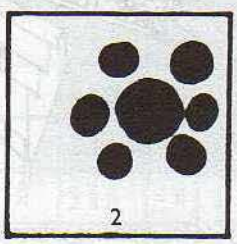
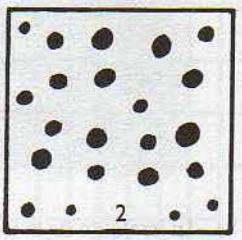
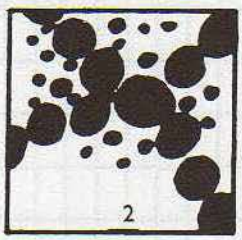
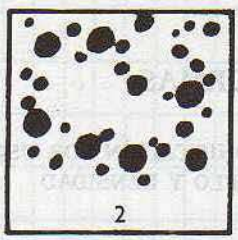
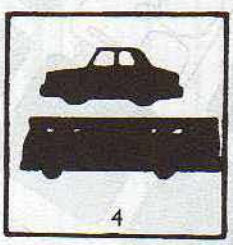
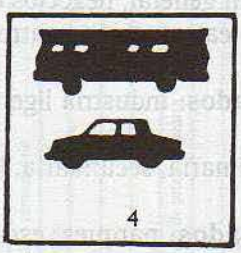


Racionalidad en el aprovechamiento de recursos naturales, haciéndolos compatibles con la ubicación.

La combiación de actividades puede darse dentro de sectores bien definidos, para no obstaculizar la funcionalidad de la ciudad.



CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

	Concepto centros	Concepto dispersión	Concepto corredores	Concepto baja densidad
Elección casas	 1	1	 1	1
Distribución empleos	 2	 2	 2	 2
Espacios abiertos	3	3	3	3
Movimientos	 4	4	 4	4

1. Énfasis en mediana y alta densidad.
2. Concentración de empleos.
3. Gran escala de áreas abiertas.
4. Tránsito privado y público.

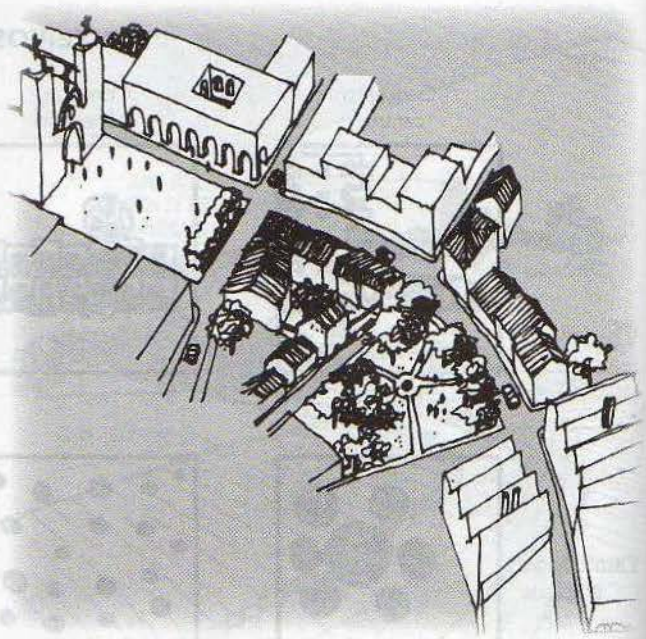
1. Énfasis en baja densidad.
2. Empleos dispersos.
3. Creación de nuevos pequeños parques.
4. Transportación privada.

1. Énfasis en mediana densidad.
2. Empleos concentrados en puntos centrales a lo largo de corredores de tránsito.
3. Gran escala de áreas abiertas.
4. Transportación pública y privada, énfasis en el tránsito público.

1. Énfasis en baja densidad.
2. Continuación de patrones existentes de empleos.
3. Creación de nuevos pequeños parques.
4. Transportación privada y pública.

5. La zonificación debe llevar implícita una propuesta de manejo espacial o de secuencias visuales que deben ser rectoras en el diseño. Usualmente se comienza tratando de articular visualmente todos los usos del suelo, para darle a los recorridos principales un sentido, dirección, orientación, secuencia y jerarquía espacial.

6. La zonificación debe llevar implícita una propuesta de estructuración vial que formalice la intención espacial, además de satisfacer los requerimientos funcionales del programa. La vialidad es la estructura que articula y hace congruente la zonificación con las condiciones del terreno.



La jerarquía de la vialidad y de los espacios urbanos estimulan un sentido de pertenencia y orientación.

NORMAS

Zonificación por uso del suelo y densidad

Tipos de uso del suelo

Para la elaboración del plano de uso del suelo se clasifican los usos de la siguiente manera:

Uso residencial y sus derivados: unifamiliar, dos familias (dúplex), grupo de familias (doble dúplex), multifamiliar, turistas en *trailer park* o *camping*, hoteles, moteles.

Uso negocios, comercial y derivados: locales de oficinas y bancos, negocios en general, negocios especializados y recreación como teatros, cines, centros sociales, culturales.

Uso industrial y derivados: industria ligera, de transformación y pesada.

Vialidad: vía rápida, primaria, secundaria, local, andadores.

Usos públicos y derivados: parques, escuelas públicas, edificios públicos o institucionales.

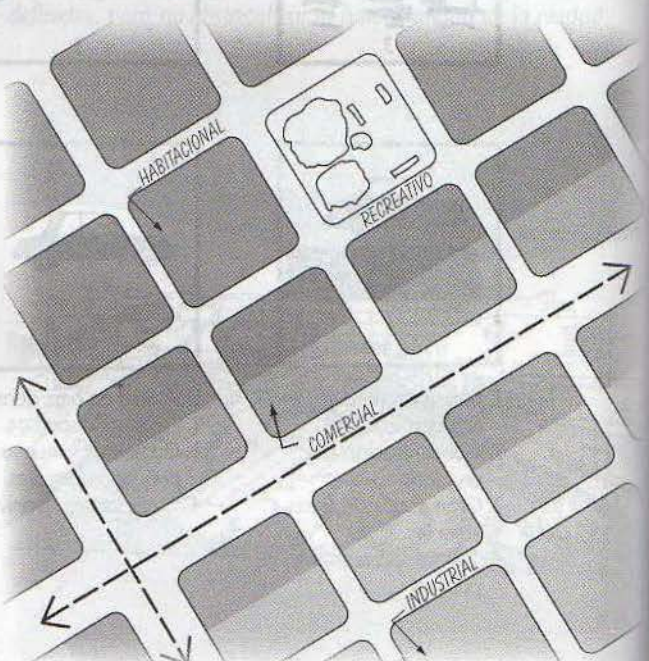
Semipúblicos y derivados: iglesias, edificios semipúblicos, cementerios.

Uso agrícola y derivados: tierra fértil agrícola o de usos agropecuarios.

Zona de reserva: para urbanización futura o para reserva ecológica.

Zonas recreativas: campos de juego, estadios, albercas, autódromos, hipódromos, etcétera.

La compatibilidad entre actividades urbanas se deriva de una zonificación racional y produce eficiencia funcional.



Normatividad de zonificación de usos, densidad e intensidad de uso del suelo

CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO (ejemplos)			*Habitacional*						*Servicios y comercio*			*Equipamiento y infraestructura*			*Medio*		*Industria*		
		Coeficiente de ocupación del suelo (COS) (máx. %)	<10	60	65	65	65	70	60	65	70	60	60	20	-	-	<60	<40	<20
		Coeficiente de utilización del suelo (CUS) (máx. índice)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	2.0	1.5	2.0	3.7	2.0	0.5	0.3	-	-	1.0	0.5	0.2
		Densidad (habitantes/ha)	<50	100	200	300	400	300											
		Densidad (viviendas/ha)	<10	20	40	60	80												
		Tipo	hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab. serv. com.	centro barrio	corredor urb.	subcentro urb.	educ. sal. cult. adm.	abas. trans. asist.	recr. infra.	com. serv. ecol.	agro. pec. reser. ecol.	ligera	mediana	pesada
		Clave en plano	H-0	H-1	H-2	H-3	H-4	H-MC	CB	CU	SU	EQ1 2,3,8	EQ-4,5,7	EQ 6,9	CE	RE	IN-1	IN-2	IN-3
HAB	plurifamiliar	varias viviendas en parcelas agrícolas de periferias urbanas	O														C	X	X
	unifamiliar	una vivienda en un lote urbano		O	C			C									C	X	X
	plurifamiliar	2 a 25 familias en un lote-cuartos con servicios/vecindad			O			C						•			C	X	X
	plurifamiliar	2 a 25 viviendas en un lote-condominio horizontal				O											X	X	X
	multifamiliar	25 y más viviendas en un lote-condominio vertical					O										X	X	X
EQ-1	educación	jardín de niños							C			O							
público		escuela primaria							C			O							
		escuela secundaria								C		O							
		secundaria técnica, vocacional								C		O							
		preparatoria, bachillerato								C		O							
		universidades, escuelas de nivel superior y posgrado									C	O							
		universidad de nivel posgrado									C	O							
EQ-2	cultura, religión	biblioteca pública, centro de documentación								C		O							
		centro de barrio o comunitario							C			O							
		casa de la cultura							C			O							
		auditorio									C	O							
		templo							C			O							
		museo local									C	O							
EQ-3	salud	centro de salud o de primer contacto							C			O							
		clínica								C		O							
		hospital general									C	O							
		hospital de especialidades									C	O							
		unidad de urgencias								C		O							
EQ-4	asistencia social	casa cuna							C				O						
		guardería infantil								C			O						
		hogar para indigentes								C			O						
		orfanatorio								C			O						
EQ-5	abasto	central de abasto, bodegas de productos perecederos											O			C			
		rastro municipal											O			C			
		tianguis							C				O						
		mercado público							C				O						
EQ-6	administración	comandancia de policía							C			O							

Normatividad de zonificación de usos, densidad e intensidad de uso del suelo (*Continuación.*)

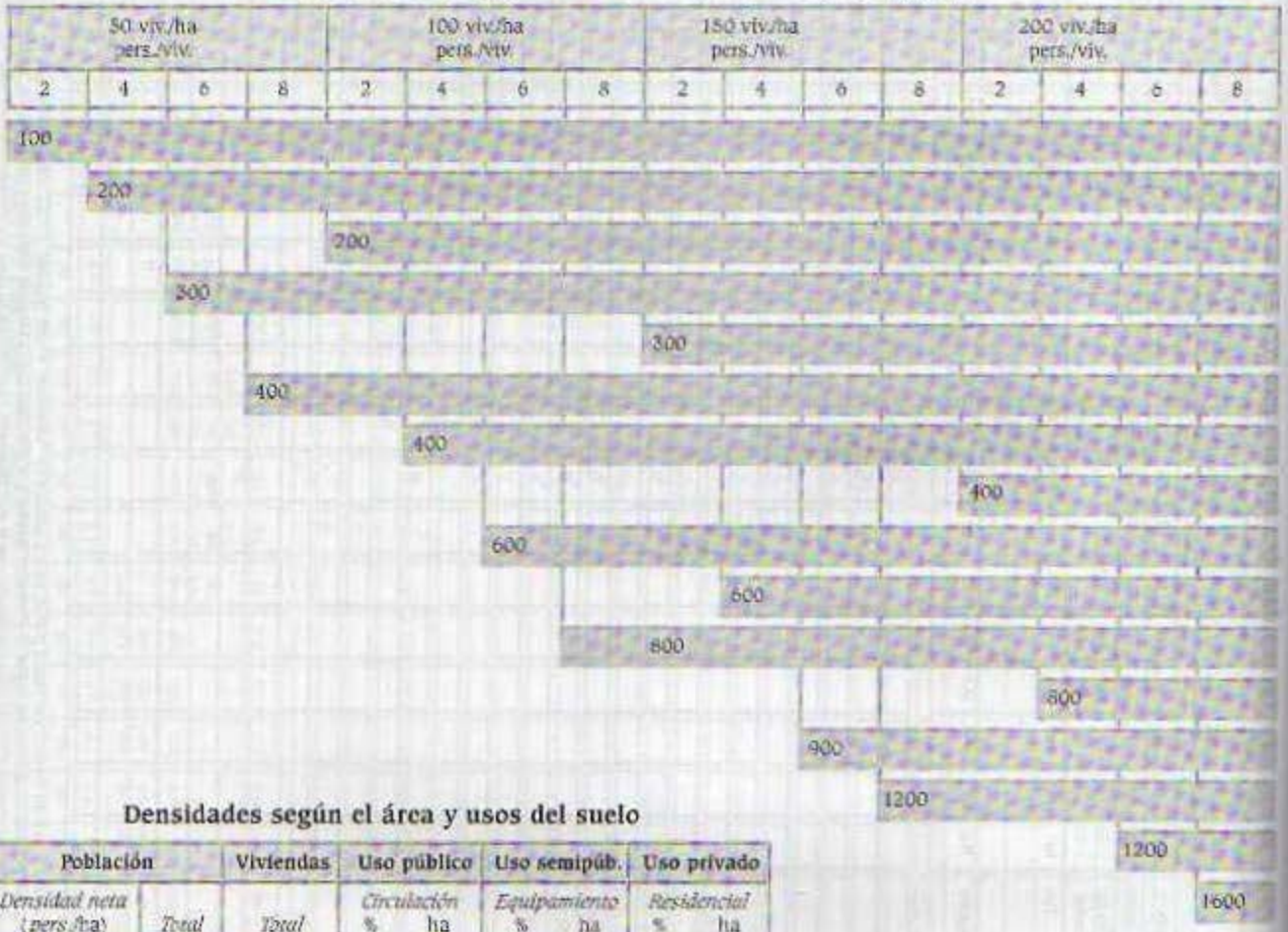
CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO (ejemplos)			*Habitacional*						*Servicios y comercio*			*Equipamiento e infraestructura*			*Mixto*		*Industria*		
Coeficiente de ocupación del suelo (COS) (máx. %)			< 10	60	60	65	65	70	60	65	70	60	40	20	-	-	<60	< 50	< 20
Coeficiente de utilización del suelo (CUS) (máx. índice)			0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	2.0	1.5	2.0	3.0	2.0	0.5	0.3	-	-	1.0	0.5	0.2
Densidad	(habitantes/ha)		< 50	100	200	300	400	300											
	(viviendas/ha)		< 10	20	30	60	80												
Tipo			hab.	hab.	hab.	hab.	hab.	hab. serv. cen.	ven. to ho. rio	comer. dist. urb.	subcen. ter. urb.	educ. sal. cult. adm.	abas. trans. estac.	rem. infra.	cem. serv. ecol.	agro. pec. rnes. ecol.	li-ge-ra	mo-dia-na	pe-sa-da
Clave en plano			H-0	H-1	H-2	H-3	H-4	H-MC	CB	CU	SU	EQ1 2,5,6	EQ 4,5,7	EQ 8,9	CE	RE	IN-1	IN-2	IN-3
	municipal	estación de bomberos								C		O							
		cementerios														C			
		basurero municipal														C			
		palacio municipal							C			O							
	estatal	oficinas de gobierno										O							
		palacio de gobierno									C	O							
	federal	delegaciones									C	O							
EQ-7	comunicaciones	agencias de correos								C	C		O						
	y transportes	administración de telégrafos								C			O						
		central de teléfonos								C			O						
		caseta de teléfono público							C										
		centrales o bases de autobuses urbanos								C			O						
		terminales de autobuses foráneos								C			O						
		terminales de carga											O						
		estacionamientos											O						
EQ-8	recreación	juegos infantiles							C		C			O					
		parque de barrio							C					O					
		parque urbano												O	C	C			
		canchas deportivas												O		C			
		centro deportivo												O		C			
		estadio, espectáculos deportivos												O		C			
EQ-9	infraestructura	agua potable, tanques reguladores y almacenamiento, bombas												C					
		desagüe pluvial: represas o embalses en barrancas o cauces												C					
		alcantarillado: plantas de tratamiento, estación de bombeo												C					
		líneas de conducción, oleoductos												C					
		líneas de transmisión eléctrica, subestaciones												C					
		rellenos sanitarios, incineradores, pl. pretratadoras de basura														C			
SER-1	servicios	oficinas y consultorios hasta 500 m²							O										
parcial		oficinas y consultorios de 500 a 1000 m²								O									
		oficinas y consultorios de 1000 m² y más									O								
		bancos, casas de bolsa, agencias de viajes								C	O								
		talleres de reparación electrodom., eléctrico							O	C									

Normatividad de zonificación de usos, densidad e intensidad de uso del suelo (*Continuación.*)

CLASIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO (ejemplos)			*Habitacional*						*Servicios y comercio*			*Equipamiento e infraestructura*			*Medio*		*Industria*		
		Coeficiente de ocupación del suelo (COS) (máx. %)	<10	60	65	65	66	70	60	65	70	60	60	20	-	-	<60	<60	<20
		Coeficiente de utilización del suelo (CUS) (máx. índice)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	2.0	1.5	2.0	3.7	2.0	0.5	0.3	-	-	1.0	0.5	0.2
		Densidad (hab/ha / viv/ha)	<20 / <10	100 / 20	200 / 40	300 / 60	400 / 80	300											
		Tipo	hab.	hab.	hab.	hab	hab	hab serv com.	ecotro barrio	corredor urb	subcentro urb.	educ. sal. cult. adm	abast. transp. asist.	recr. infra	com. serv. ecol.	agro pec. rest. ecol.	ligera	mediana	pesada
		Clave en plano	H-0	H-1	H-2	H-3	H-4	H-MC	CB	CU	SU	EQ1 2,3,6	EQ-4,5,7	EQ 8,9	CE	RE	IN-1	IN-2	IN-3
		talleres de reparación automotriz y agencias								O	C								
		talleres artesanales: carpintería, herrería, sastre,							O	C									
		tintorería, lavandería, salón de belleza							O	C									
SER-2	abasto/comercio	tiendas de menudeo y la necesidad: abarrotes							O										
		tiendas de alimentos básicos: minisuper, panadería,							O	C									
		tiendas de alimentos especializados: carnicería, pescadería							O	C									
		tiendas de art. de construcción: materiales, ferretería, pintura							O	C									
		tiendas de ropa, calzado, regalos, telas							O	C									
		tiendas de muebles y electrodomésticos							C	O									
		tiendas de autoservicio/centros comerciales hasta 1000 m²							C	O									
		tiendas de autoservicio/centros comerciales de 1000 a 5000 m²								O	C								
		tiendas de autoservicio/centros comerciales de 5000 a 10000 m²								O	C								
SER-3	alimentos y	fondas, cafeterías, restaurantes sin venta de bebidas alcohólicas							O	C									
	bebidas	restaurantes con venta de bebidas alcohólicas								O	C								
		centros nocturnos, cantinas, bares								C	O								
SER-4	entretenimiento	teatro									O								
		cine								O									
		salas de conciertos									O								
SER-5	recreación	salones para fiestas							O										
		clubes sociales							O							C			
		clubes deportivos														C			
SER-6	alojamiento	hoteles.									O								
		moteles								O									
IND	ligera	maquiladora, fábricas de vestido, empacadoras								C				O	X	X	O		
	mediana	transformación, metalmecánica												O	X			O	
	pesada	petroquímica, cementera												O	X				O
CONS	medio	bosques, lagos, ríos, barrancas dentro y próximas a ciudad													O		X	X	X
	agrícola	tierras de cultivo próximas a áreas urbanas														O	X	X	X

Nota: El contenido de la tabla presenta un ejemplo de los diferentes giros de actividad urbana o usos del suelo de una ciudad grande, los que deberán ser "adaptados" a cada localidad. A cada cuadro se le asigna un "valor normativo" los cuales pueden ser: O = uso permitido; C = uso condicionado a negociarse por proyecto con autoridades locales de planeación urbana; X = uso prohibido. La industria ligera podrá ubicarse dentro de la ciudad, mezclada con otros usos del suelo; en tanto que las industrias medianas y grandes deberán por norma ubicarse dentro de parques industriales en la periferia urbana, prohibiéndose su ubicación dispersa dentro de áreas agrícolas.

Densidades según el número de miembros por familia



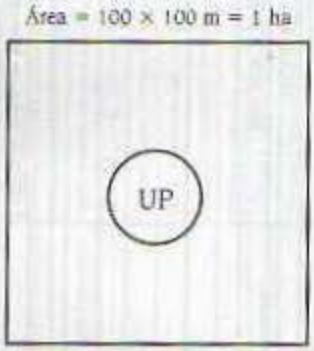
Densidades según el área y usos del suelo

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	72	13-16	25	0.25	3	0.03	72	0.72
200	138	25-30	25	0.25	6	0.06	69	0.69
300	198	35-42	25	0.25	9	0.09	66	0.66
400	252	43-109	25	0.25	12	0.12	63	0.63
600	354	59-71	25	0.25	16	0.16	59	0.59
800	432	70-83	25	0.25	21	0.21	54	0.54
900	459	73-87	25	0.25	24	0.24	51	0.51
1200	552	84-99	25	0.25	29	0.29	46	0.46
1600	640	91-106	25	0.25	35	0.35	40	0.40

Fuente: H. Caminos, *Urbanización primer*, pp. 62-65.

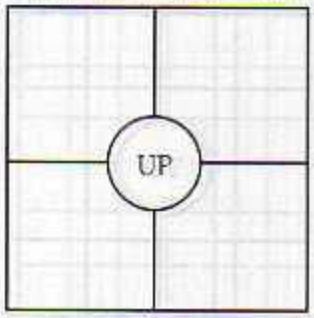
Notas: • Para la elaboración de las tablas siguientes se consideró que el desarrollo urbano era un fraccionamiento, razón por la cual el porcentaje de vialidad se conserva constante.
• La densidad neta se refiere al número de personas sobre la superficie residencial (descontando vialidad y equipamiento).

Advertencia: Tal como se mencionó al inicio de este manual, no deben aplicarse las cifras de estas tablas de manera literal, sino que éstas representan "parámetros" que hay que aplicar dependiendo del proyecto, a través de varios "tanteos" hasta encontrar la combinación de usos y densidades que mayor beneficio social y rentabilidad aporten.



UP = uso público
354 personas.

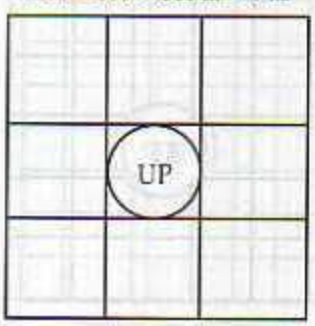
Área = 200 × 200 m = 4 ha



UP = uso público
1416 personas.

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	288	52-64	25	1.00	3	0.12	72	2.88
200	552	99-120	25	1.00	6	0.24	69	2.76
300	792	139-168	25	1.00	9	0.36	66	2.64
400	1008	174-210	25	1.00	12	0.48	63	2.52
600	1416	236-283	25	1.00	16	0.64	59	2.36
800	1728	279-332	25	1.00	21	0.84	54	2.16
900	1836	291-346	25	1.00	24	0.96	51	2.04
1200	2208	334-394	25	1.00	29	1.16	46	1.84
1600	2560	366-427	25	1.00	35	1.40	40	1.60

Área = 300 × 300 m = 9 ha

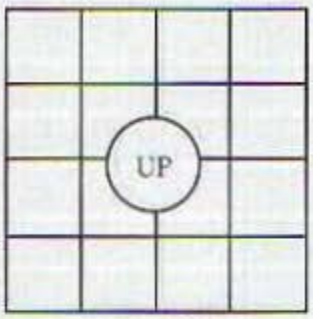


UP = uso público
3186 personas.

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	648	118-144	25	2.25	3	0.27	72	6.48
200	1242	222-270	25	2.25	6	0.54	69	6.21
300	1782	313-379	25	2.25	9	0.81	66	5.94
400	2268	391-472	25	2.25	12	1.08	63	5.67
600	3186	531-637	25	2.25	16	1.44	59	5.31
800	3888	627-748	25	2.25	21	1.89	54	4.86
900	4131	655-779	25	2.25	24	2.16	51	4.59
1200	4698	712-839	25	2.25	29	2.61	46	4.14
1600	5760	823-960	25	2.25	35	3.15	40	3.60

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	1152	209-256	25	4.00	3	0.48	72	11.52
200	2208	394-480	25	4.00	6	0.96	69	11.04
300	3168	556-674	25	4.00	9	1.44	66	10.56
400	4032	695-840	25	4.00	12	1.92	63	10.08
600	5664	927-1133	25	4.00	16	2.56	59	9.44
800	6912	1115-1329	25	4.00	21	3.36	54	8.64
900	7344	1166-1386	25	4.00	24	3.84	51	8.16
1200	8640	1309-1543	25	4.00	30	4.80	45	7.20
1600	9984	1426-1664	25	4.00	36	5.76	39	6.24

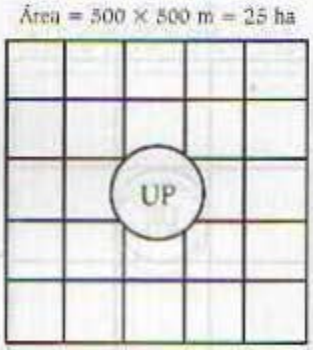
Área = 400 × 400 m = 16 ha



UP = uso público
5664 personas.
Incluida una escuela primaria.

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	1800	327-400	25	6.25	3	0.75	72	18.00
200	3450	616-750	25	6.25	6	1.50	69	17.25
300	4950	868-1053	25	6.25	9	2.25	66	16.50
400	6300	1086-1312	25	6.25	12	3.00	63	15.75
600	8700	1450-1740	25	6.25	17	4.25	58	14.50
800	10600	1710-2038	25	6.25	22	5.50	53	13.25
900	11025	1750-2080	25	6.25	26	6.50	49	12.25
1200	13200	2000-2357	25	6.25	31	7.75	44	11.00
1600	15200	2171-2533	25	6.25	37	9.25	38	9.50

Área = 500 × 500 m = 25 ha



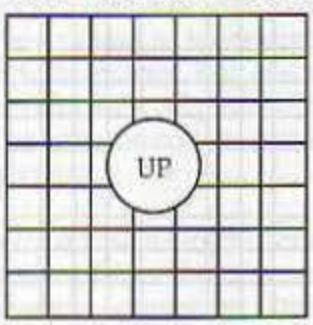
UP = uso público
8700 personas.
Incluida una escuela primaria.

Área = 600 × 600 m = 36 ha

UP = uso público
12 464 personas.
Incluidas dos escuelas primarias

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	2592	471-576	25	9.00	3	1.08	72	25.92
200	5968	1066-1297	25	9.00	6	2.16	69	24.84
300	7128	1260-1517	25	9.00	9	3.24	69	23.76
400	9072	1564-1890	25	9.00	12	4.32	63	22.68
600	12528	2088-2506	25	9.00	17	6.12	58	20.88
800	14796	2386-2845	25	9.00	23	8.28	52	18.72
900	15876	2520-2995	25	9.00	26	9.36	49	17.64
1200	18576	2814-3317	25	9.00	32	11.52	43	15.48
1600	21312	3045-3552	25	9.00	38	13.68	37	13.32

Área = 700 × 700 m = 49 ha

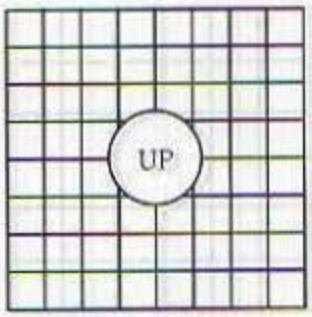


UP = uso público
16 464 personas.
Incluidas dos escuelas primarias.

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	3479	632-773	25	12.25	4	1.96	71	34.79
200	6664	1190-1449	25	12.25	7	3.43	68	33.32
300	9408	1650-2002	25	12.25	11	5.39	64	31.36
400	11956	2061-2491	25	12.25	14	6.86	61	29.84
600	16464	2744-3293	25	12.25	19	9.31	56	27.44
800	19992	3225-3845	25	12.25	24	11.76	51	24.99
900	21168	3360-3994	25	12.25	27	13.23	48	23.52
1200	24696	3742-4410	25	12.25	33	16.17	42	20.58
1600	28224	4032-4704	25	12.25	39	19.11	36	17.64

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	4480	815-995	25	16.00	5	3.20	70	44.80
200	8448	1509-1836	25	16.00	9	5.94	66	42.24
300	12096	2122-2574	25	16.00	12	7.68	63	40.32
400	15360	2648-3200	25	16.00	15	9.60	60	38.40
600	21120	3520-4224	25	16.00	20	12.80	55	35.20
800	25088	4046-4825	25	16.00	26	16.64	49	31.36
900	27648	5217-4389	25	16.00	27	17.28	48	30.72
1200	31488	4771-5623	25	16.00	34	21.76	41	26.24
1600	35840	5120-5973	25	16.00	40	25.60	35	22.40

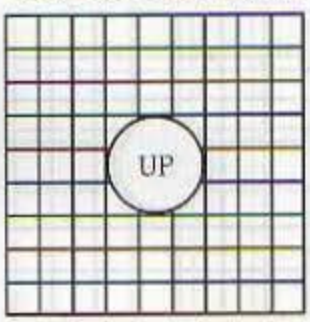
Área = 800 × 800 m = 64 ha



UP = uso público
21 120 personas.
Incluidas dos escuelas primarias y una secundaria.

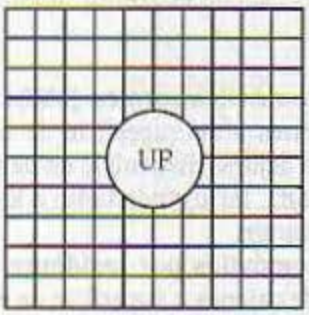
Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	5589	1016-1242	25	20.25	6	4.86	69	55.89
200	10530	1880-2289	25	20.25	10	8.10	65	52.65
300	14823	2600-3154	25	20.25	14	11.34	61	49.41
400	18792	3240-3915	25	20.25	17	13.77	58	46.98
600	25758	4293-5152	25	20.25	22	17.82	53	42.93
800	30456	4912-5857	25	20.25	28	22.68	47	38.07
900	32805	5207-6190	25	20.25	30	24.30	45	36.45
1200	38880	5891-6943	25	20.25	35	28.35	40	32.40
1600	44064	6295-7344	25	20.25	41	33.21	34	27.54

Área = 900 × 900 m = 81 ha



UP = uso público
25 768 personas.
Incluidas cuatro escuelas primarias y una secundaria.

Área = 1000 × 1000 m = 100 ha



UP = uso público
31 200 personas
Incluidas cuatro escuelas primarias y una secundaria.

Población		Viviendas	Uso público		Uso semipúb.		Uso privado	
Densidad neta (pers./ha)	*Total*	*Total*	*Circulación* %	ha	*Equipamiento* %	ha	*Residencial* %	ha
100	6800	1256-1511	25	25.00	7	7.00	68	68.00
200	12800	2286-2783	25	25.00	11	11.00	64	64.00
300	18000	3158-3830	25	25.00	15	15.00	60	60.00
400	22800	3931-4750	25	25.00	18	18.00	57	57.00
600	31200	5200-6240	25	25.00	23	23.00	52	52.00
800	36800	5935-7077	25	25.00	29	29.00	46	46.00
900	39600	6286-7472	25	25.00	31	31.00	11	44.00
1200	45600	6909-8143	25	25.00	37	37.00	38	38.00
1600	52800	7543-8800	25	25.00	42	42.00	33	33.00

Zonificación por intensidad de uso del suelo

Definición de términos

En términos generales, se entiende por intensidad de uso del suelo a la relación que existe entre la superficie construida dentro de un predio y la superficie del predio.

Esta simple relación física entre dos áreas tiene implicaciones en términos de costo y rentabilidad, de comodidad y habitabilidad de los espacios, además del aprovechamiento de recursos. Esta relación varía de acuerdo con los usos del suelo del predio y con los usos a que se destinan las áreas construidas. Para ello conviene aclarar algunos términos:

- **Tierra ociosa o virgen:** tierra que por sus características físicas forma cauces naturales, lagos, pantanos, bosques, etc., que hay que buscar y preservar debido a su importancia ecológica.
- **Tierra no residencial:** tierra para edificios de mantenimiento, estación de bomberos, equipamiento comunitario como escuelas, centros de salud, deportes, etcétera.
- **Tierra no urbanizable:** área de reserva con potencial de desarrollo futuro.
- **Tierra urbanizable:** terrenos que por sus cualidades naturales de pendientes, suelos, vegetación, disponibilidad de agua, etc., son aptos para el desarrollo urbano.

Centrando la atención en el desarrollo habitacional se han seleccionado tres indicadores para derivar la intensidad de uso del suelo (IUS). Estos indicadores se explican a continuación.

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS)

El COS, multiplicado por el área total del terreno, determina el monto máximo de superficie que debería destinarse a la construcción, incluyendo las viviendas y las áreas de servicio, como pasillos, escaleras, elevadores y bodegas o sótanos. No incluye balcones, garages ni áreas para equipo mecánico.

Para la estimación del COS se consideró una vivienda tipo medio de 100 m^2 con todos los servicios. Esta vivienda tipo puede desarrollarse como casa unifamiliar o como edificios de departamentos.

Si la superficie de viviendas fuera mayor, la intensidad de usos del suelo tendería a ser menor o, por el contrario, si las viviendas fueran más pequeñas, la intensidad de uso sería mayor. En la práctica, ello implica que las viviendas tenderán a ser más amplias en bajas intensidades como casas unifamiliares, por lo que el número de unidades por hectárea tenderá a ser menor. Por el contrario, el tamaño de las viviendas tenderá a ser menor cuando aumente la intensidad y el número de unidades por hectárea.

Índice de espacios abiertos (IEA)

El IEA se utiliza para determinar el requerimiento de espacios abiertos total dentro de un terreno en el que se construirán viviendas. El espacio abierto se refiere no únicamente a las áreas libres no construidas en el terreno, sino también a aquéllas en cualquier nivel donde puedan concurrir los usuarios, como terrazas y jardines en azoteas.

Los espacios abiertos tienen la importante función de ventilar e iluminar las áreas habitadas. Del *Reglamento de Ingeniería Sanitaria* (art. 42) se desprende que para la iluminación y ventilación de áreas de habitación las dimensiones mínimas de patios deben ser de 2.50 m para una altura de 4 m; de 3.25 m para una altura de 8 m, y de 4 m para edificios de 12 m de altura. Para alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser una quinta parte de la altura del paramento vertical del edificio.

Índice de espacio habitable (IEH)

Con el IEH se establecen los requerimientos mínimos de habitabilidad en espacios abiertos. Forma parte del total de espacios abiertos, pero se refiere únicamente a aquellos que el usuario disfruta, como andadores, áreas de juego infantil o áreas jardinadas. O sea, aquellas áreas libres que están en relación directa con la vivienda.

Existen otros índices con los que se puede calibrar la intensidad del uso del suelo de un terreno o una zona urbana. Éstos pueden variar sustancialmente de acuerdo con el tamaño y con la extensión de la ciudad, con la relación de vehículos por persona, con el sistema de transporte público y con otras variables; razón por la cual se prefirió omitirlos de la gráfica. Algunos de los índices son:

Índice de automóviles totales (IAT): se refiere al número de cajones o de superficie de estacionamiento que debería dejarse disponible en determinado terreno o zona urbana, incluyendo tanto a los residentes como a los visitantes.

Índice de automóviles por residente (IAR): se refiere al número de cajones o superficie de estacionamiento que debería dejarse disponible para los residentes de determinado terreno o zona urbana, sin ningún límite de tiempo.

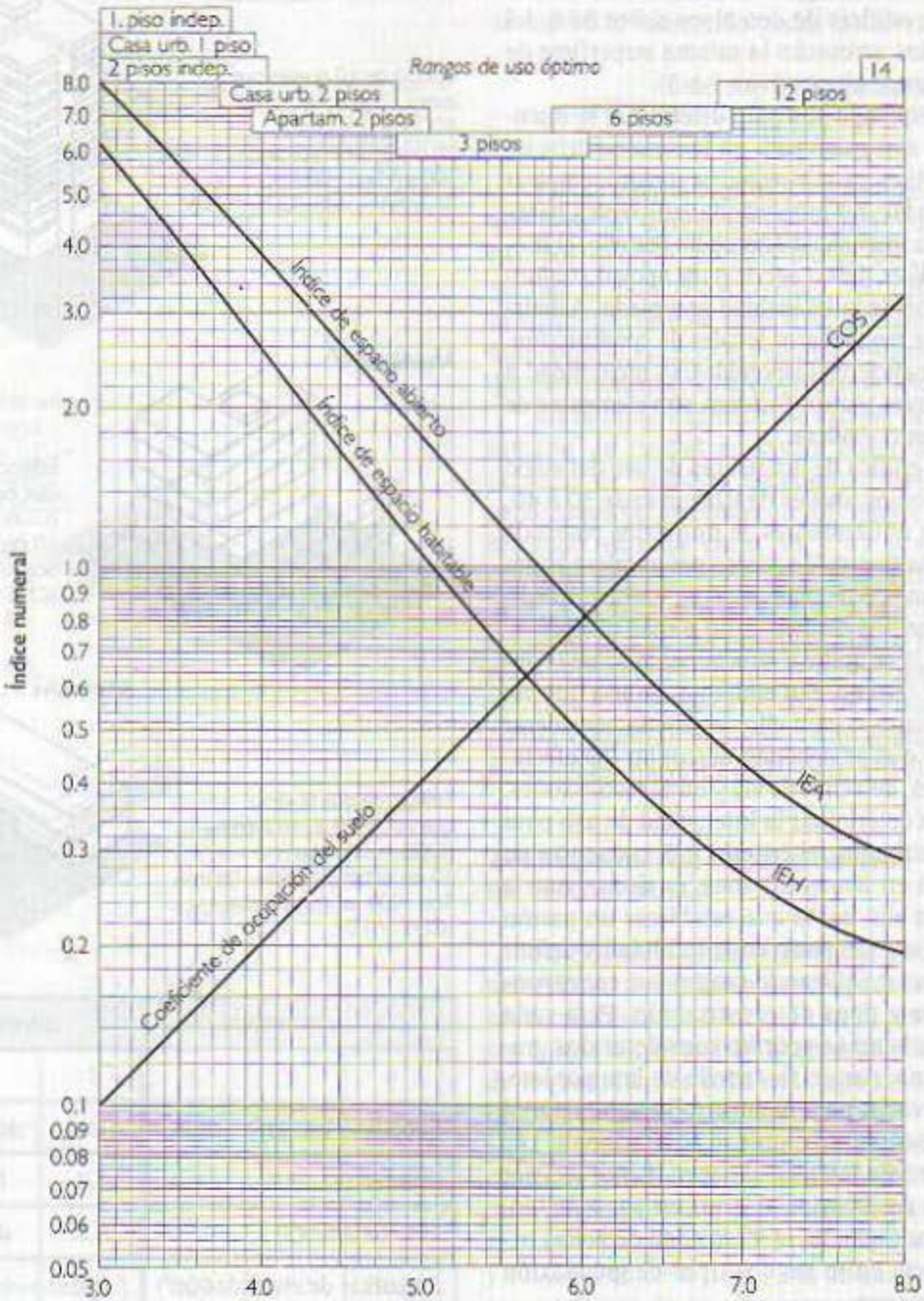
Para definir estos índices habría que obtener la densidad vehicular en distintas zonas de la ciudad, como comercio, oficinas o administración, industria y habitación, y cotejarlo con los reglamentos locales de estacionamientos.

Índice de área recreativa (IAR): El IAR, multiplicado por la superficie bruta de un terreno o zona urbana, debería dar el área mínima para recreación al aire libre, quedando incluido dentro del IEH. Este índice es generalmente considerado dentro de las áreas de donación de un fraccionamiento nuevo. Sin embargo, para zonas urbanas existentes se vuelve necesario que cada localidad defina las áreas libres recreativas que de acuerdo con el clima, la edad promedio de la población, la ocupación, etc., se puede ofrecer a los residentes urbanos; por normas se pueden crear las áreas recreativas necesarias de acuerdo con el número de personas (*véase* cap. 7).

En la gráfica y tabla siguientes se puede observar la estrecha correlación que existe entre el COS y los IEA-IEH. En la medida en que se incrementa la intensidad de uso de un terreno disminuyen los espacios abiertos en la proporción que indica la gráfica.

Los índices IUS deben ser interpretados con cuidado, pues, de lo contrario, pueden orientar a soluciones erróneas sobre el aprovechamiento del terreno. Por ejemplo, en un terreno existen varias posibilidades de construir viviendas con un mismo COS. Si consideramos un índice COS = 0.1 (superficie construida igual a la superficie del terreno) se puede construir un edificio de 10 pisos cubriendo solamente 10% del terreno,

INTENSIDAD DE USO DEL SUELO



o bien un edificio de cinco pisos sobre 20% del terreno o, finalmente, un edificio de dos pisos sobre 50% del terreno, todos ellos arrojarán la misma superficie de construcción (*véanse* alternativas 1 a 3).

De aquí se desprende que para determinar la intensidad de uso más apropiado para un terreno, se debe recurrir a varios índices ya que, como se mostró, emplear únicamente un índice no proporciona suficientes bases para determinar la intensidad adecuada. Por ello, el IEA, el IEH y otros índices deben servir para apoyar conjuntamente la decisión de la intensidad apropiada. Asimismo, la consulta de reglamentos locales de construcción, de los recursos financieros disponibles, la proximidad a avenidas importantes y otros factores, son elementos de juicio que se deben considerar.

En la tabla y gráfica de intensidad de uso del suelo se observa que a bajos niveles de IUS como de 30 a 40, las viviendas son unifamiliares de uno a dos pisos; de 40 a 60 son apartamentos de acceso por escalera hasta cinco niveles; y un IUS de más de 60 se traduce en edificios de apartamentos de seis, ocho y más niveles.

Los índices IUS se aplican directamente sobre la superficie bruta del terreno. Sin embargo, habría que establecer de antemano si para ello se debería considerar 100% del terreno o si se deberían descontar las afectaciones, donaciones, derechos de vía y otras restricciones.

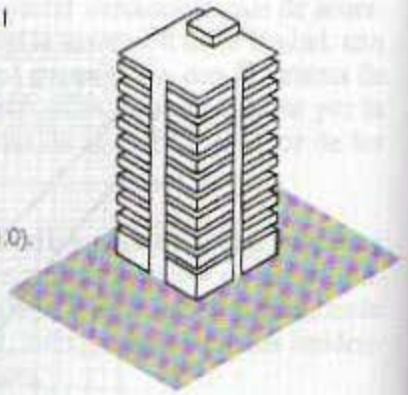
Más que para determinar la intensidad de uso para lotes o terrenos urbanos, el criterio IUS encuentra su mayor aplicación en zonas urbanas, es decir, para la zonificación. Para ello habrá que establecer un patrón de intensidad de uso del suelo de la localidad y definir mapas IUS por sector, utilizando rangos que correspondan a densidades y tipos de construcción. Para cada mapa de sector urbano se podrían considerar dos graduaciones IUS; una, para el desarrollo de lote por lote, y la otra más elevada, para el desarrollo habitacional planeado (tipo de conjunto o unidad habitacional). Las zonas urbanas de baja intensidad tienen menor IUS por la fragmentación de espacios abiertos en pequeños lotes; pero conforme aumenta la intensidad de zonas urbanas, la diferencia entre los dos tipos de graduación tiende a hacerse menor.

COS = coeficiente de ocupación del suelo. Es la superficie en planta baja construida en un lote.

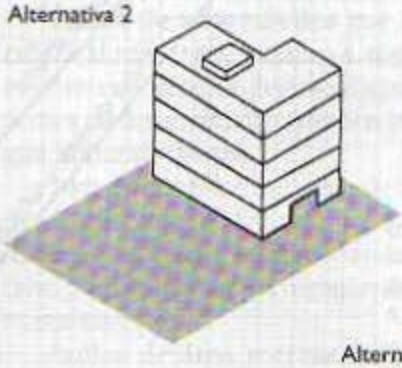
$$COS = \frac{\text{sup. ocupada (m}^2\text{)}}{\text{sup. lote (m}^2\text{)}} = \%$$

Alternativa 1

Edificio de 10 niveles que cubre 10% del terreno (COS = 0.1) con 10 departamentos de 100 m². Son 1000 m² de construcción (CUS = 1.0).



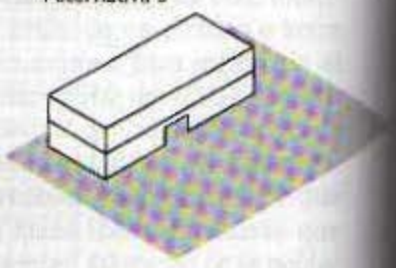
Alternativa 2



Edificio de cinco niveles que cubre 20% del terreno (COS = 0.2) con 10 departamentos de 100 m². Son 1000 m² construidos (CUS = 1.0).

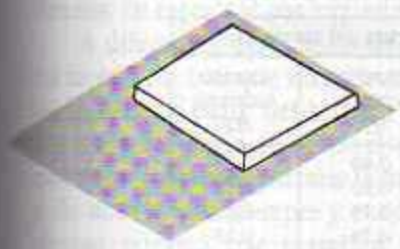
Alternativa 3

Edificio de dos niveles que cubre 50% del terreno (COS = 0.5) con 10 departamentos de 100 m². Son 1000 m² construidos (CUS = 1.0).



	Alternativas		
	1	2	3
Superficie lote (m²)	1000	1000	1000
CUS fijo (%)	1.0	1.0	1.0
COS variable (%)	0.1	0.2	0.5
Superficie de viviendas (m²)	100	100	100
Número de viviendas	10	10	10
Número de pisos	10	5	2
Área libre (m²)	900	800	500
Área ocupada (m²)	100	200	500

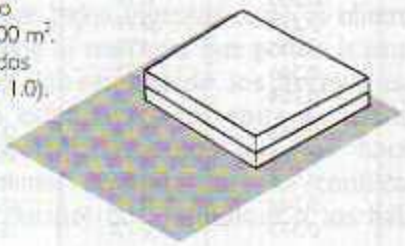
Alternativa 4



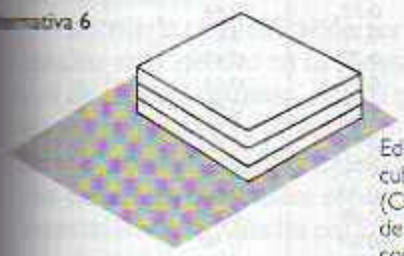
Edificio de un nivel que cubre 50 % del terreno (COS = 0.5) con cinco viviendas de 100 m². Son 500 m² construidos (CUS = 0.5).

Alternativa 5

Edificio de dos niveles que cubre 50 % del terreno con 10 viviendas de 100 m². Son 1000 m² construidos (COS = 0.5 y CUS = 1.0).



Alternativa 6



Edificio de tres niveles que cubre 50 % del terreno (COS = 0.5) con 15 viviendas de 100 m². Son 1500 m² construidos (CUS = 1.5)

	Alternativas		
	4	5	6
Superficie lote (m²)	1000	1000	1000
COS fijo (%)	0.50	0.50	0.50
CUS variable (%)	0.50	1.00	1.50
Superficie de viviendas (m²)	100	100	100
Número de viviendas	5	10	15
Número de pisos	1	2	3
Área libre (m²)	500	500	500
Área ocupada (m²)	500	500	500

CUS = coeficiente de utilización del suelo. Es el total de superficie construida (todos los niveles) en un lote.

$$CUS = \frac{\text{total sup. construida (m}^2\text{)}}{\text{sup. lote (m}^2\text{)}} = \%$$

En las alternativas 4, 5 y 6 se muestra el potencial que tiene un terreno de intensificar su uso. Al mantener, por ejemplo, un COS fijo en 0.5, se puede incrementar el CUS construyendo verticalmente sobre la misma superficie de desplante. De este modo se puede aumentar la superficie vendible o habitable de un predio, sin aumentar su área de ocupación en planta baja.

En la tabla siguiente de rangos de intensidad por tamaño de ciudad se puede observar que para un poblado de 100 000 habitantes los terrenos mejor localizados no ameritan un IUS mayor de 47. El rango mediano variaría entre 33 y 41 y el rango menor quedaría entre 25 y 33 de la escala IUS. Ello implica que los rangos mayores corresponderían a viviendas unifamiliares de dos pisos, los rangos medios a viviendas unifamiliares en hilera de un piso y los rangos menores a viviendas aisladas. De la misma manera, se podría encontrar una guía para la aplicación del IUS en ciudades mayores (F. H. Bair, 1976).

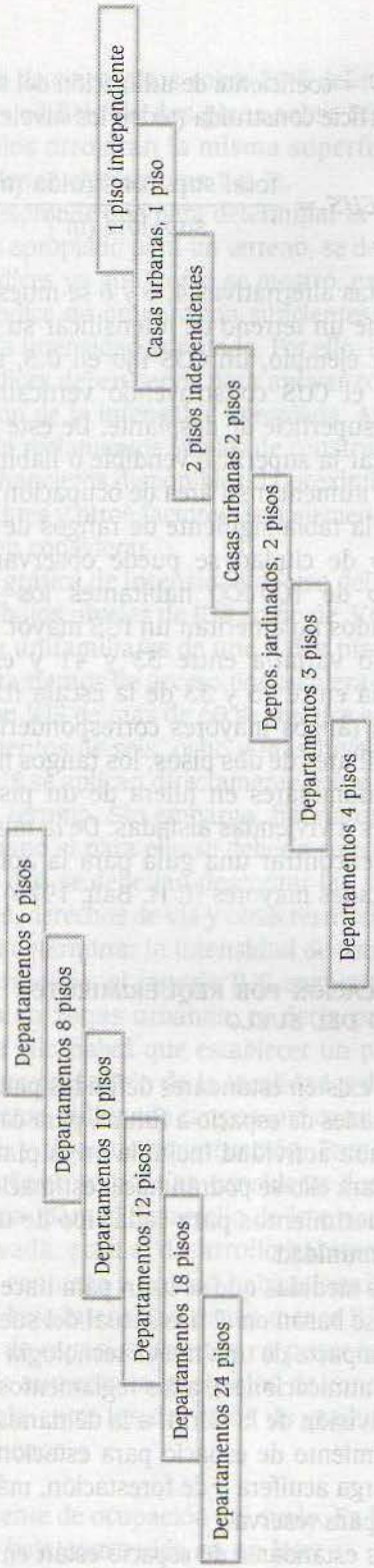
Zonificación por requerimientos de uso del suelo

No existen estándares definidos para determinar las necesidades de espacio a futuro, para cada tipo de uso o para cada actividad incluida en la planeación de una zona. Para ello se podrán hacer estimaciones razonables de requerimientos para cada tipo de uso del suelo en una comunidad.

Las medidas que se usan para hacer dichas estimaciones se basan en el uso actual del suelo, y están sujetas al impacto de una nueva tecnología (como transporte o comunicaciones), a los reglamentos de zonificación y subdivisión de la tierra, a la demanda de vivienda, al requerimiento de espacio para estacionamiento, zonas de recarga acuífera o de forestación, más una zona adicional para reserva.

Los estándares de espacio están en función de unidades de medición tales como los usuarios de un espacio, los trabajadores, los compradores, entre otros. Por esta razón las proyecciones demográficas y económicas

Índices aceptables de intensidad de uso del suelo para diferentes tipos de edificios de departamentos



Índices de intensidad de uso del suelo

Índice IUS sobre área bruta del terreno			
Grado IUS	*Área ocupada del terreno COS*	*Espacio abierto IEA*	*Espacio habitable IEH*
30	0.100	0.80	0.65
31	0.107	0.80	0.62
32	0.115	0.79	0.60
33	0.123	0.79	0.58
34	0.132	0.78	0.55
35	0.141	0.78	0.54
36	0.152	0.78	0.53
37	0.162	0.77	0.53
38	0.174	0.77	0.52
39	0.187	0.77	0.52
40	0.200	0.76	0.52
41	0.214	0.76	0.51
42	0.230	0.75	0.51
43	0.246	0.75	0.49
44	0.264	0.74	0.48
45	0.283	0.74	0.48
46	0.303	0.73	0.46
47	0.325	0.73	0.46
48	0.348	0.73	0.45
49	0.373	0.72	0.45
50	0.400	0.72	0.44
51	0.429	0.72	0.43
52	0.459	0.72	0.42
53	0.492	0.71	0.41
54	0.528	0.71	0.41
55	0.566	0.71	0.40
56	0.606	0.70	0.40
57	0.650	0.70	0.40
58	0.696	0.69	0.40
59	0.746	0.69	0.40
60	0.800	0.68	0.40
61	0.857	0.68	0.40
62	0.919	0.68	0.40
63	0.985	0.68	0.40
64	1.06	0.68	0.40
65	1.13	0.67	0.41
66	1.21	0.67	0.41
67	1.30	0.67	0.42
68	1.39	0.68	0.42
69	1.49	0.68	0.43
70	1.60	0.68	0.43
71	1.72	0.68	0.45
72	1.84	0.69	0.46
73	1.97	0.70	0.47
74	2.11	0.71	0.49
75	2.26	0.72	0.50
76	2.42	0.75	0.51
77	2.60	0.76	0.51
78	2.79	0.81	0.56
79	2.99	0.83	0.57
80	3.20	0.86	0.61

FUENTE: Adaptado de F. H. Bair, *Intensity Zonning*, p. 7.

resultan fundamentales para determinar las necesidades futuras de espacio y sus requerimientos de uso.

A diferencia del criterio de zonificación explicado en la página 165 que trata de asignar un uso determinado a cada parte del terreno separando claramente los usos del suelo entre sí, el criterio de zonificación por requerimientos permite la mezcla de usos del suelo y de actividades siempre y cuando éstas cumplan con ciertas normas que permiten que sean compatibles entre sí. Por ejemplo, bajo el primer criterio se separaría físicamente el uso del suelo industrial de aquel residencial; mientras que bajo el criterio de requerimientos se estipularía qué tipo de industria (ligera como la maquila) pueda combinarse con qué tipo de uso habitacional (de bajos ingresos como el obrero), beneficiando con ello al residente que podría ir caminando a su trabajo. Con este criterio, los diversos usos del suelo pueden estar mezclados entre sí, cuando satisfacen ciertos requerimientos que los hacen apoyarse mutuamente evitando caer en conflictos (contaminación, tránsito) que perjudique a los habitantes urbanos.

El criterio de zonificación por requerimientos puede resultar más efectivo en la planeación de centros urbanos de rápida expansión, puesto que de hecho esta mezcla de actividades se presenta en la realidad y resultará de más utilidad calibrar y ordenar la mezcla de actividades existentes que buscar separarlas espacialmente. La separación de actividades por zonas generalmente resulta más fácil de utilizar para nuevos desarrollos que para zonificar los existentes.

Hay que advertir que la formulación de requerimientos, como el mecanismo de zonificación de actividades en una ciudad, presupone que se analizarán previamente sus aspectos funcionales, físicos y económicos, así como en términos de un bienestar social que es deseable alcanzar como objetivo, es decir, la zonificación no sustituye la planificación urbana, sino que es uno de sus instrumentos.

En seguida se exponen algunas consideraciones que habrá que tener presente en la formulación de los requerimientos de uso del suelo:

Uso industrial

El indicador de empleo por hectárea tiende a variar con la ubicación de la naturaleza del proceso de manufacturación, su índice de contaminación, el grado de automatización; y, en fábricas urbanas, por la necesidad de economías de escala. Para cada concepto se pueden derivar indicadores que muestren, por un lado, el beneficio o la afectación al obrero o residente urbano en términos de contaminación, tiempos de recorridos al trabajo, oportunidad de empleos y demás; e indicadores que muestren, por otro lado, a los propietarios industriales el beneficio o la afectación de contar con una infraestructura de servicios, terreno para expansión, proximidad al mercado de consumo y otras. Para cada industria se podrán traducir algunos de estos conceptos en requerimientos con los que sería posible establecer alguna racionalidad sobre los rangos de su comportamiento dentro de las ciudades.

Uso comercial

El uso comercial del suelo podría ser preliminarmente dividido en tiendas de menudeo y en almacenes de mayoreo, además de que posteriormente su división podrá ser por tipo o género, magnitud, etcétera.

Dado que el comercio de menudeo necesita la proximidad física con lugares de residencia o trabajo para ser rentable, su definición podría versar sobre la necesidad que las diversas actividades humanas tienen de ser apoyadas por servicios y comercios, para luego determinar con requerimientos la intensidad de relación que es deseable implantar.

Por otra parte, el mayoreo no necesariamente precisa de proximidad física con la residencia, o lugar de trabajo, sino más bien con respecto a vías de acceso a la ciudad, amplitud de terreno para maniobras de carga y descarga, proximidad a centros de menudeo, etc., factores que determinan en cierto modo su economía de escala dentro del desarrollo urbano. Por tanto, de su relación con otras actividades económicas dependerá la definición de los requerimientos de uso que deberán adoptarse por tipo de comercio de mayoreo.

Uso residencial

El uso habitacional del suelo tiene una variada y compleja red de relaciones con el resto de las actividades económicas y humanas de una ciudad que previamente deben quedar definidas con la planificación ur-

bana. Para ello, inicialmente se definieron los tipos predominantes de vivienda o zonas habitacionales que existen en la ciudad, para posteriormente determinar sus relaciones funcionales con los demás centros de actividades en los que la población está involucrada.

La formulación de requerimientos habitacionales es resultado de esta relación funcional planteada en la planificación urbana. Para su implantación se podrían traducir estos conceptos funcionales en términos de niveles de ingreso y capacidad de compra, gasto en transporte, tiempos de recorrido, intensidad de construcción, etc., indicadores que en conjunto pueden definir la modalidad e intensidad en que todas estas relaciones podrían darse en la realidad.

Uso de equipamiento

Intrínsecamente relacionado con sus usuarios, a los que les brinda un servicio, el equipamiento desempeña una función importante de consolidación en el desarrollo urbano y como apoyo a su población. Si en el capítulo 7 se definen los tipos, normas y coeficientes de uso del equipamiento, la zonificación por requerimientos pretendería establecer la intensidad de relación con otras actividades urbanas.

Para tal caso, se podrían emplear indicadores de capacidad de servicios, inversión por usuario, localización, etc., que conjuntamente podrían definir este juego de relaciones funcionales.

Uso recreativo

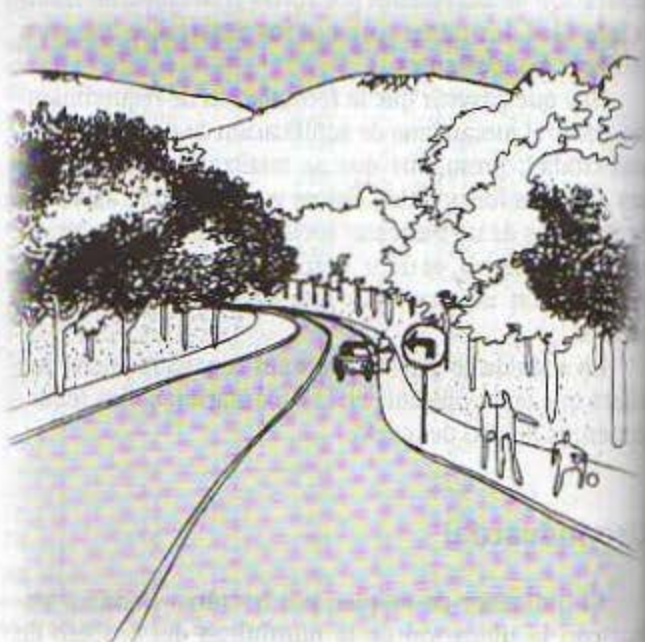
Ciudades que se han desarrollado sin planeación muestran una deficiencia en áreas recreativas. Ello repercute en la salud física y mental de sus habitantes, como respuesta el gobierno compensa construyendo hospitales y clínicas así como organizando un gran aparato policial que combate la criminalidad, prostitución, drogadicción, etc. Una forma de afrontar el problema de salud pública (y no sus consecuencias) es fomentando que la población, particularmente de bajos ingresos, se recree sanamente a través del deporte, de la convivencia con la naturaleza, o de la participación en programas comunitarios.

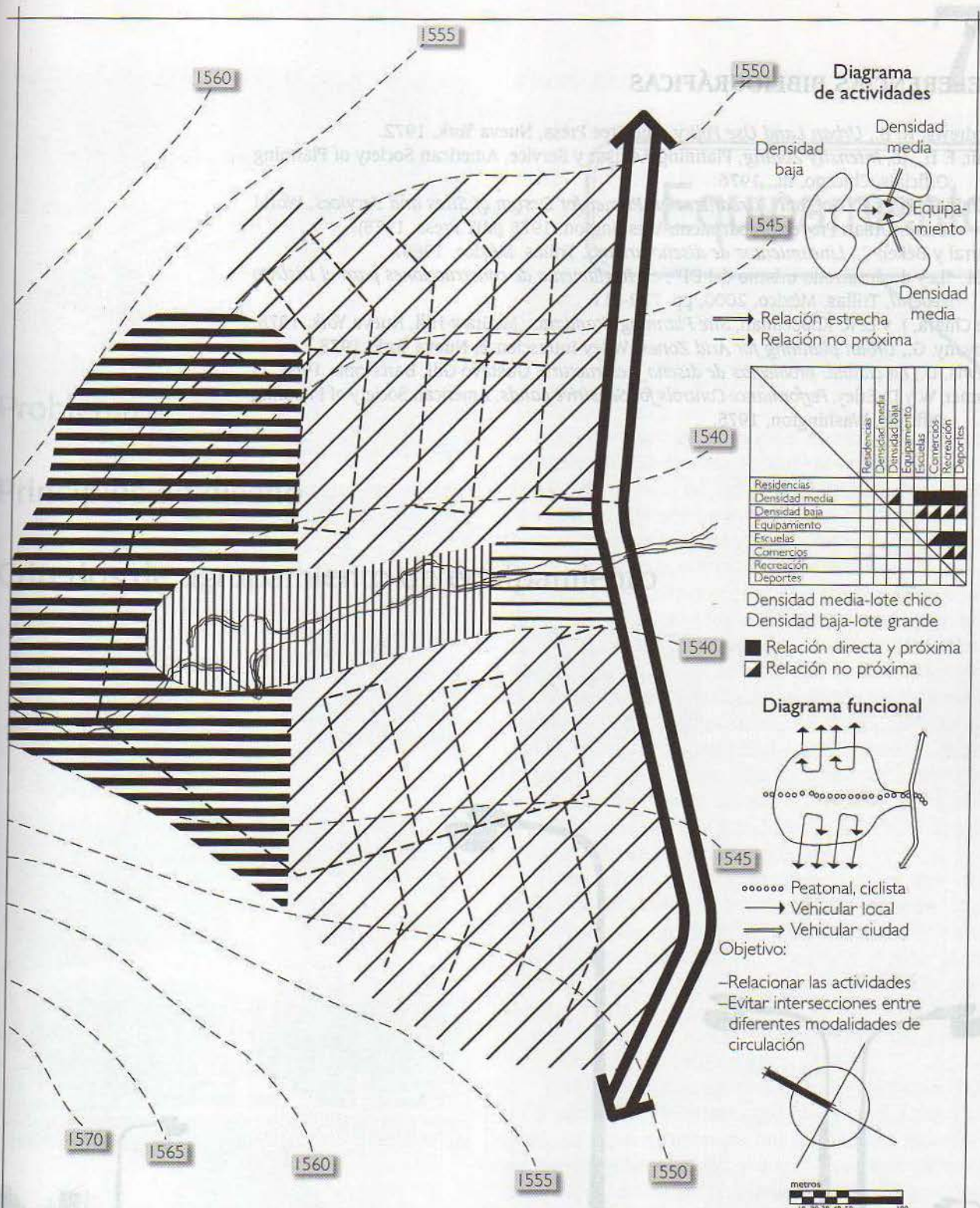
De aquí que sea imperativo que el gobierno adquiera predios, sobre todo en zonas densamente pobladas, para promover la recreación de la población. Al respecto hay pocos indicadores, por lo que es necesario elaborarlos con base en experiencias concretas.

Los 4 criterios de zonificación expuestos ilustran enfoques de como se puede derivar el "potencial" que tiene un terreno para ser utilizado con fines urbanos. El propósito es, por supuesto, derivar las mayores ganancias con el mayor beneficio social posible.

Si bien las normas oficiales ofrecen "límites" en el aprovechamiento del terreno, es claro que el diseñador urbano deberá realizar los tanteos necesarios de densidades y usos del suelo, hasta lograr la mezcla que mejor satisfaga sus intereses. Es recomendable que un proyecto urbano sea diversificado, combinando viviendas con uso comercial (muy lucrativo) y ofreciendo equipamiento y recreación como atractivo de ventas.

Incorporar la naturaleza dentro de la urbanización para equilibrar el ecosistema local, propiciando zonas de recarga acuífera y de protección a la flora y fauna. Estas áreas verdes cumplen también la función de ofrecer a la población lugares de esparcimiento.





Simbología:

- Densidad baja
- Densidad media
- Centro comercial y social
- Recreación y deportes
- Acceso principal
- Vialidad interna

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO	FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
PLANO	ZONIFICACIÓN
No. DE PLANO	01
PROYECTO	JAN BAZANT
APROBO	J.B.
ESCALA	1:1000
CLAVE	P-U
DIBUJO	ABEL LARA
FECHA	ENERO 2003
ACOTACIONES	m
No. DE PROYECTO	V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrews, R. B., *Urban Land Use Policy*, The Free Press, Nueva York, 1972.

Bair, F. H., Jr., *Intensity Zoning*, Planning Advisor y Service, American Society of Planning Officials, Chicago, Ill., 1976.

Caminos, H., y R. Goethert, *Urbanization Primer for Design of Sites and Services*, World Bank, Urban Proyect Department, Washington, 1975 (MIT Press, 1978).

Corral y Béker, C., *Lineamientos de diseño urbano*, Trillas, México, 1989.

DDF, "Ley de desarrollo urbano del DF", en *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2000, pp. 729-811.

De Chiara, J. y L. K. Koppelman, *Site Planning Standards*, McGraw-Hill, Nueva York, 1978.

Goyany, G., *Urban planning for Arid Zones*, Wiley-Interscience, Nueva York, 1978.

Lewis, D., *La ciudad: problemas de diseño y estructura*, Gustavo Gili, Barcelona, 1968.

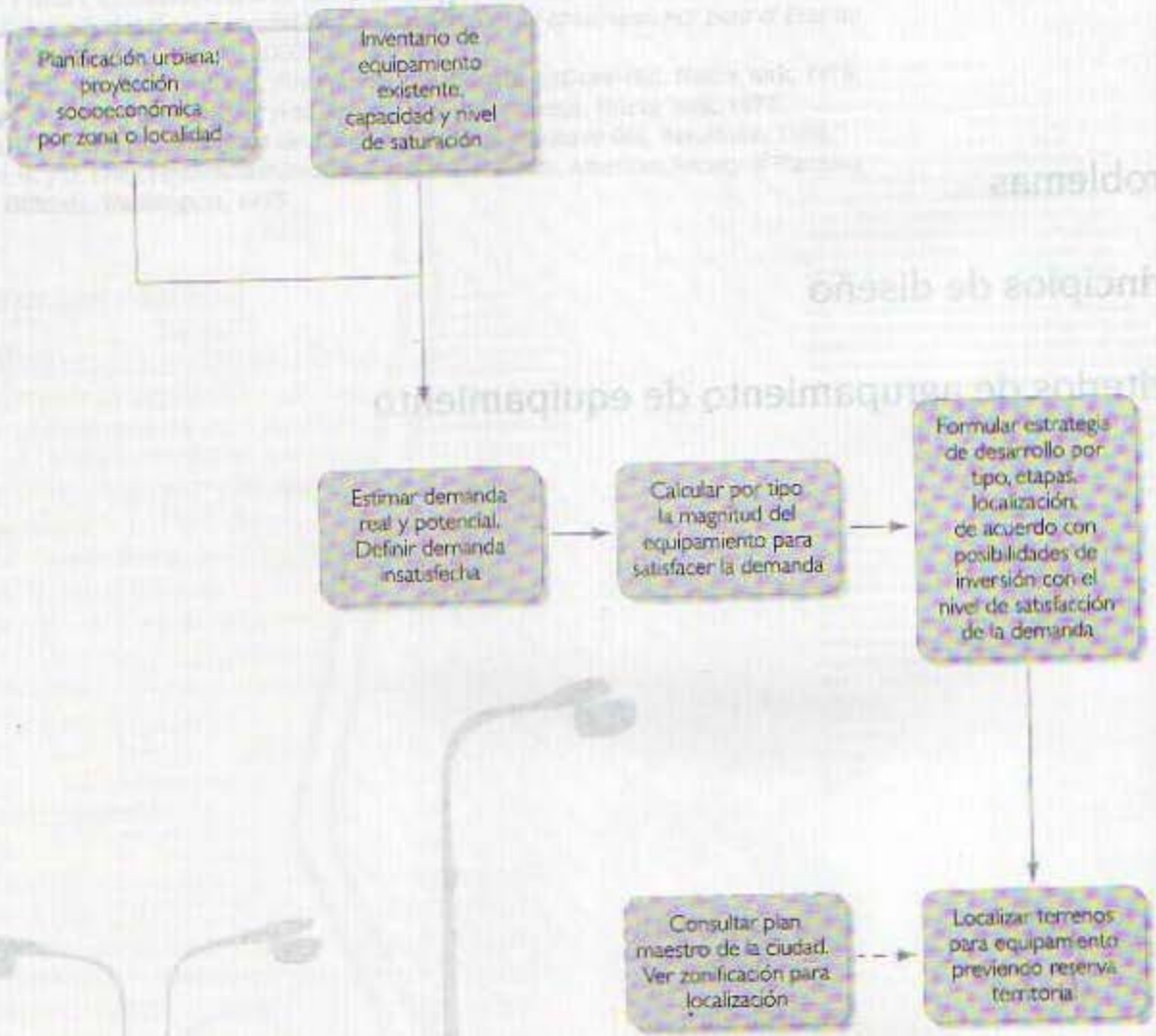
Torner, W. y D. Erley, *Performance Controls for Sensitive Lands*, American Society of Planning Officials, Washington, 1975.

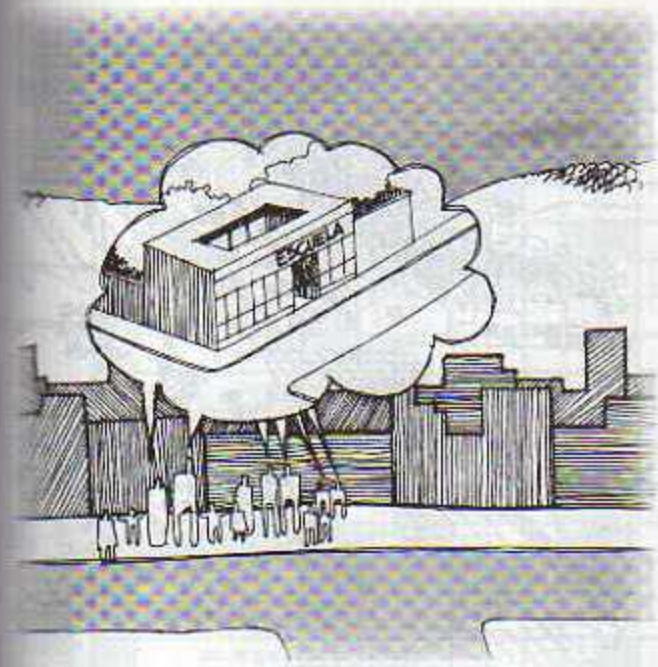
7

Equipamiento

- Problemas
- Principios de diseño
- Criterios de agrupamiento de equipamiento

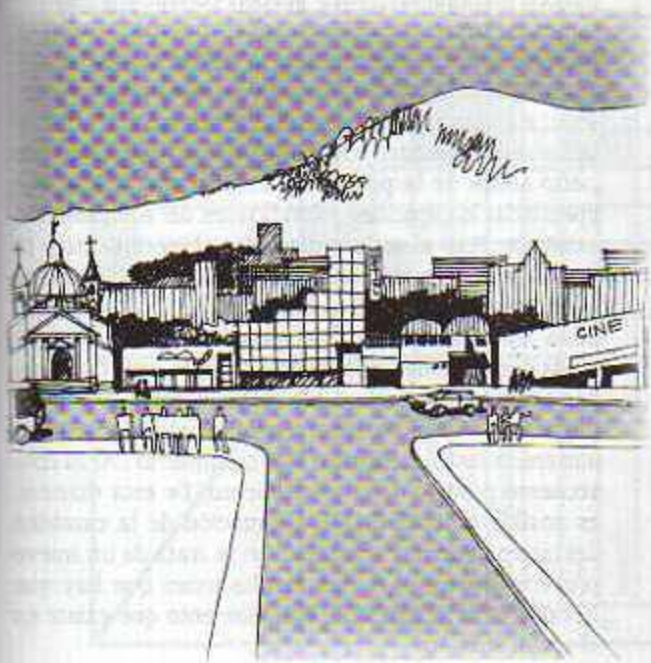
METODOLOGÍA DE DISEÑO: EQUIPAMIENTO





La ausencia o insuficiencia de equipamiento propicia tensión y conflictos sociales, además acentúa las diferencias socioeconómicas de los residentes de una ciudad.

La concentración de equipamiento facilita que los usuarios lo utilicen, lo cual fomenta interacción social, y ayuda a que se sientan identificados con la ciudad en que viven.



PROBLEMAS

Si no se planea con tiempo la dosificación de equipamiento, se generarán altos *costos sociales* sobre la población, ya que ésta se tendrá que desplazar grandes distancias desde su vivienda hasta el servicio que requiera. Lo que implica tiempo y costo de traslados que impacta básicamente a sectores mayoritarios de bajos ingresos; aunque el congestionamiento cotidiano, especialmente alrededor de las escuelas, afecta igualmente a grupos de ingresos medios y altos. De aquí que el no resguardar terrenos apropiados para equipamiento dentro de cada sector habitacional afecta el bienestar; así como el desarrollo social y económico de la población.

Sin embargo, gran parte del equipamiento funciona en la realidad de manera desagregada en respuesta a los niveles de ingreso de cada sector urbano. Por ejemplo, aquellos de ingresos medios y altos son abastecidos con base en la ley de la oferta y la demanda que proporcionan los supermercados, centros comerciales, clubes deportivos, hospitales y, por supuesto, escuelas privadas siempre dentro o muy próximos a los sectores residenciales en donde éstos habitan. En tanto que para los sectores de bajos ingresos, debe haber una intervención directa del gobierno, que financia y subsidia la construcción y operación del equipamiento social (escuelas, mercados, clínicas) ubicados de manera dispersa dentro de las extensos sectores urbanos en que habitan. Esta dispersión en ambos casos crea confusión entre la población porque no hay claridad (y racionalidad) en la ubicación de cada servicio, lo que le resta jerarquía a los espacios urbanos.

El equipamiento es abastecido una vez que existe demanda social dentro de cada sector urbano; es decir, ni el gobierno ni el mercado de oferta y demanda ofrecen servicios sin existir usuarios. Ni siquiera se prevé la compra del terreno, por esa razón hay una gran dispersión dentro de una ciudad que obliga a una movilización masiva de desplazamientos cotidianos para acudir a los distintos servicios que requiere la población.

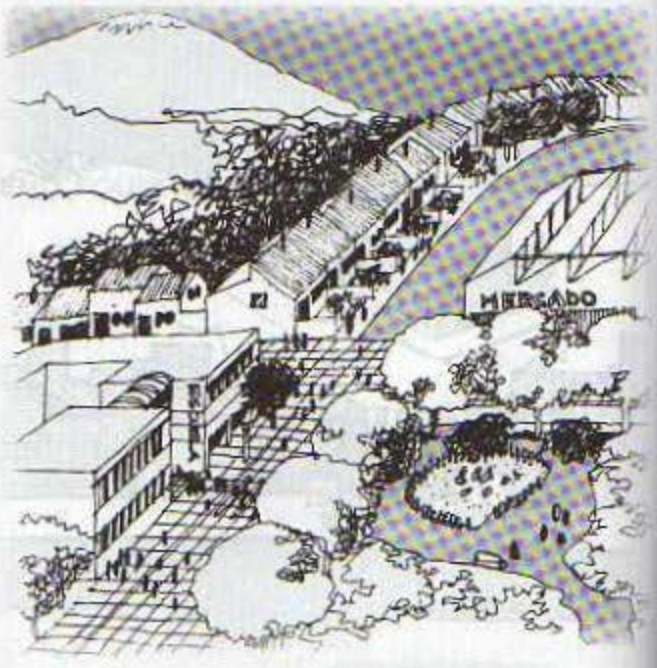
Pero la población del país sólo crecerá para el 2050 17% más de los habitantes que había en el 2000, razón por la cual puede suponerse que las ciudades ya están en su mayoría consolidadas, y que lo que viene de nuevos pobladores no impactará mayormente la estructura urbana y de servicios existente, excepto las ciudades de la frontera norte que seguirán con alta dinámica de crecimiento. Esto significa que existirán pocas oportunidades para reorganizar el actual equipamiento disperso en torno de espacios urbanos como plazas.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

La dosificación de equipamiento debe estar planeada para servir a *toda* la población de un barrio, sector o proyecto urbano. Y esto implica todos los estratos socioeconómicos y grupos de adultos mayores que a la fecha no habían presentado una demanda significativa de equipamiento, pues deben ser considerados en las demandas prospectivas de equipamiento, sea privado o social. El problema debe verse en su totalidad para estar en posibilidades de formular políticas de gobierno y privadas conducentes a llevar los cambios necesarios en el enfoque y dotación del equipamiento actual.

Si bien la mayoría de los planes maestros urbanos de las ciudades plantean que éstas crezcan formando centros de barrio o subcentros urbanos, la falta de instrumentación para llevarlos a la práctica imposibilitó que el equipamiento fuera organizado en torno de espacios urbanos (a manera de centros de barrio con su plaza) que le hubieran dado identidad a los espacios dentro de cada sector de la ciudad y asimismo hubieran facilitado el acceso (peatonal) de los usuarios que habitan las colonias aledañas.

Dadas las condiciones actuales de equipamiento disperso, lo que queda por hacer en términos de diseño urbano es mejorar condiciones de acceso a través de un transporte público de calidad o de un transporte escolar (obligatorio), que reducirá los niveles de congestionamiento matutino de las ciudades, especialmente en torno de las escuelas, mejorando el sistema de banquetas y andadores que les dan acceso (*véase* "Criterios de agrupamiento de equipamiento", p.184).



Equipamiento básico para el desarrollo de la comunidad; debe estar próximo a los usuarios para facilitar que ocurran a ellas caminando.

Advertencia. Las normas y coeficientes de uso que aparecen en las tablas siguientes son utilizadas usualmente por diversos organismos públicos para la elaboración de sus programas de trabajo. Sin embargo, es importante advertir que estos índices deben ser revisados, puesto que el nivel de servicio que se ofrece a la población no sólo cambia de región en región, sino que, más importante aún, cambia en el tiempo, en parte debido a los grandes cambios demográficos que el país ha experimentado (primero un crecimiento explosivo con población infantil predominante y luego un decrecimiento con envejecimiento) y también debido a que las condiciones de habitabilidad urbana han sido muy cambiantes en las últimas décadas (cada vez hay más y mejores servicios, pero por otro lado cada vez hay más usuarios y mayor congestionamiento para acceder a éstos).

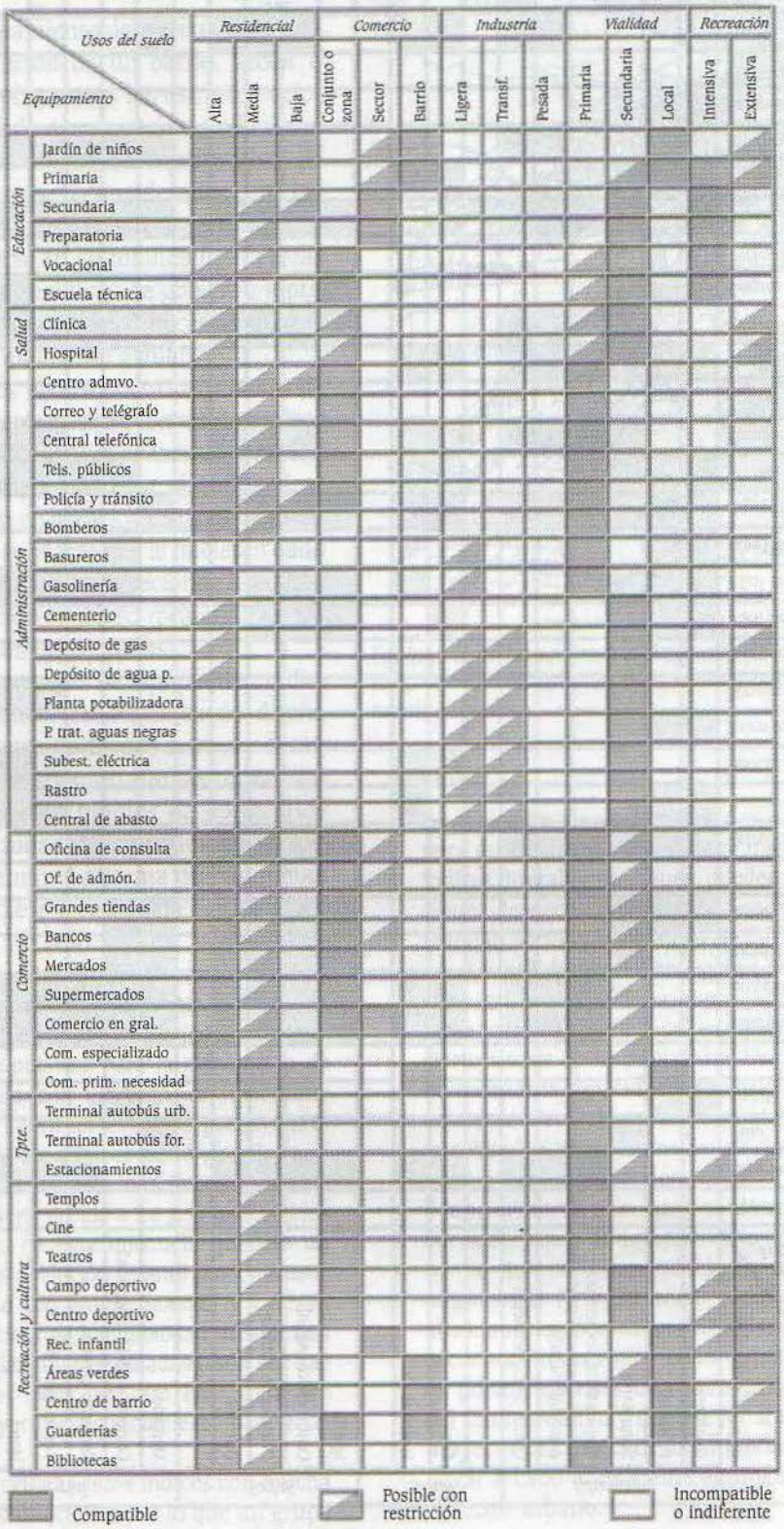
Por tanto, hay que utilizar estos índices con mucha reserva, como una aproximación sobre lo que un grupo de población puede demandar en servicios como apoyo para su desarrollo social. Hay que evitar aplicar estos índices literalmente, pues pueden conducir a estimaciones de necesidad de servicios incongruentes con la realidad social y económica de la ciudad.

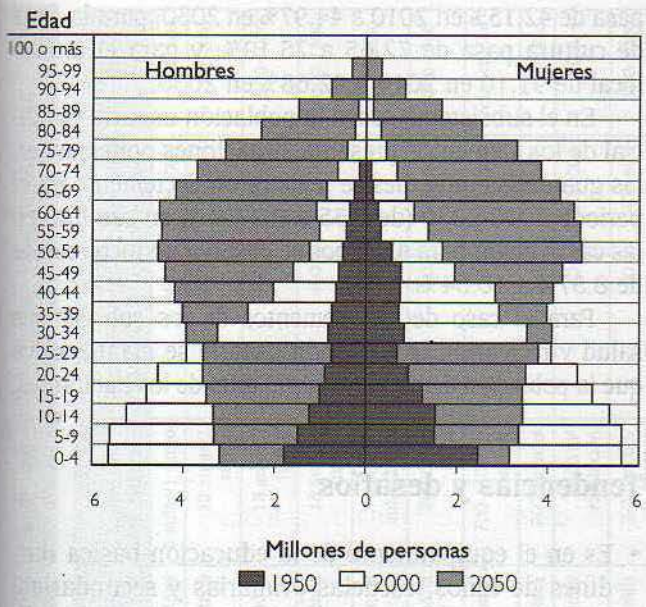
La utilidad en la aplicación de estas normas consiste en estimar de manera aproximada el tipo y tamaño (o capacidad) del equipamiento requerido por cierto sector de la población. Evidentemente hay que inventariar la capacidad y condiciones del equipamiento existente. Pero al ser tan dinámico el crecimiento y la movilidad interna dentro de las ciudades –debido a que unas zonas se expanden, otras se densifican y consolidan, mientras que otras se deterioran– lo cual cambia la demanda de equipamiento de cada sector urbano, por lo que es recomendable llevar a cabo escenarios (digamos a 10 o 20 años) estableciendo hipótesis de alto crecimiento, mediano o bajo crecimiento con su consecuente proceso de envejecimiento. De esta manera, es posible obtener una aproximación de la cantidad del terreno que hay que prever si se trata de un nuevo proyecto urbano o de las ampliaciones que hay que llevar a cabo al existente equipamiento que existe en el sector urbano.

Características de localización de equipamiento

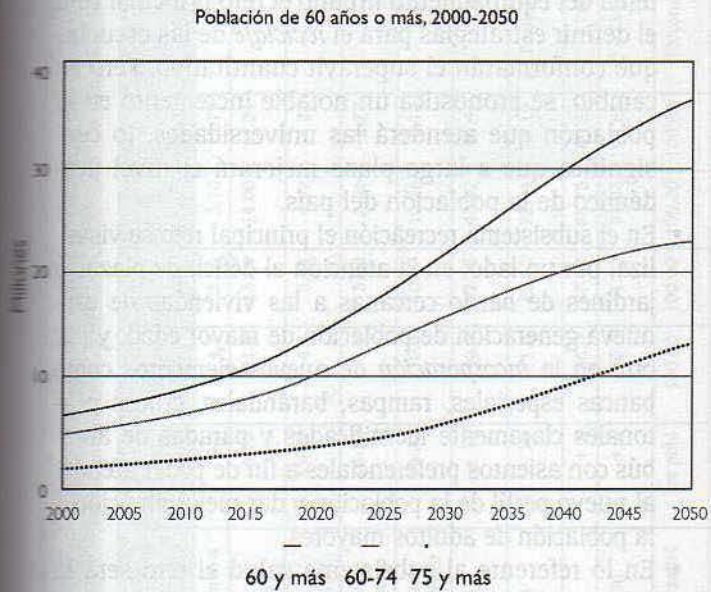
Localización / Equipamiento		Acceso				Modalidad				Ambiente				Identidad						Calidad					Restr.	
		Regional	Área vecina	Sitio	Local	Autobús	Automóvil	Bicicletas	A pie	Terreno plano	Buena vegetación	Asociación c/agua	Buen microclima	Terreno c/pend.	Fácil de identificar	Fácil de ver	Distribución sistem.	Anónimo	Privado	Compatible c/habit.	Tranquilo	Activo	Seguro	Espacio abierto	Separado	Intensivo	Extensivo	Posible exp. horz.	Posible cambio
Educación	Guardería																												
	Primaria																												
	Secundaria																												
	Preparatoria, vocacional																												
	Actividad cultural																												
	Centro de capacitación																												
Salud	Clínica																												
	Hospital																												
Social	Iglesia																												
	Centro cívico, social																												
	Oficinas de gobierno																												
	Oficinas																												
Comercial	Mercado																												
	Comercios de 1a. necesidad																												
	Comercio especial																												
	Restaurante, bar																												
	Hotel																												
	Supermercado																												
Recreación	Cine, teatro																												
	Billar, boliche																												
	Deporte interior																												
	Canchas exteriores																												
	Juegos infantiles																												

Compatibilidad del equipamiento con usos del suelo





Pirámides de población 1950-2050. FUENTE: *CONAPO,* La población de México en el nuevo siglo, *pág. 16.*



Fuente: Proyecciones y estimaciones del Consejo Nacional de Población con base en el XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

CAMBIO DE ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA Y ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

La población del país en 1950 era de 25 millones, cinco décadas después tenía 97 millones de habitantes, pero además de este explosivo incremento demográfico el país experimentó un masivo proceso de urbanización, es decir, de migración campo-ciudad; ya que en 1950 72% de la población era rural y para el año 2000 este descendió a 25%; esto es que 75% de la población fue urbana.

No es difícil imaginar lo que este incremento demográfico y migración a ciudades implicó en términos de demanda de equipamiento. Y tampoco es difícil suponer el gran esfuerzo que el gobierno tuvo que hacer para dotar de equipamiento a los habitantes de cada ciudad, a los miles o cientos de miles de nuevos habitantes que arribaban cada año, particularmente de bajos ingresos, quienes necesitan más apoyo social. Una tarea descomunal que explicablemente resultó siempre insuficiente para cubrir toda la demanda.

En la década de 1990 aconteció algo sorprendente, la tasa de crecimiento demográfico empezó a declinar 3.5% menos, aunque seguirá declinando hasta 1.5% para el 2050 (CONAPO, 2004). Esto significa que el incremento de población será menor cada año y se espera que para 2050 la población del país sea de 121 millones, es decir, sólo 24 millones de habitantes más que en 2000. Para entonces la población urbana será de 81% y probablemente se quede dentro de rangos similares en el futuro.

Tal como muestra la gráfica anexa, la pirámide de edades del siglo pasado empezó a deflexionarse en la década de 1990 y de acuerdo con las proyecciones demográficas de CONAPO a partir de entonces hay cada vez menos nacimientos y cada vez más adultos mayores de 60 años o más. De tal manera que para el 2050 la pirámide de edades será similar a la de los países europeos, en los que hay menor número de infantes, una predominancia de adultos y en menor proporción habitantes seniles. En la actualidad 7.3% de la población tiene 60 años o más, para el 2030 esta crecerá a 17.5% y para el 2050 será de 28%, como puede observarse en la segunda gráfica (CONAPO, 2004).

Este proceso de envejecimiento demográfico planteará serios problemas de equipamiento. Si bien en el siglo pasado la atención se concentró en la dotación de equipamiento predominantemente para niños (jar-

dines de niños, escuelas primarias y secundarias, centros de salud con maternidades, áreas recreativas) el reto que viene es tener menor demanda y ahora se empezará a intensificar en adultos mayores de 60 años, para lo cual hay poco realizado en el país. De aquí que haya surgido la necesidad de recalcular los coeficientes de uso de equipamiento (2010 al 2030) para ajustarlo a esta nueva realidad demográfica.

El coeficiente de uso del equipamiento urbano se puede clasificar en dos subgrupos con base en la población usuaria potencial: el primero conformado por los elementos del equipamiento que tienen como población usuaria a un cierto grupo de edad (por ejemplo, la población demandante de una escuela primaria es el grupo de edad de seis a 12 años; de juegos infantiles el grupo de edad de dos a 12 años; y de canchas deportivas el grupo de edad de 11 a 45 años); y el segundo constituido por los elementos que tienen como población usuaria al total de la población (por ejemplo, los elementos del subsistema salud).

El envejecimiento demográfico tiene efectos diferenciales en cada subgrupo. En el primero se manifiesta en una modificación en los requerimientos *cuantitativos* para los diferentes grupos de edad donde, en términos generales, se observa una tendencia al decremento en las necesidades de los elementos destinados a los grupos de edad de niños y jóvenes y un incremento en los destinados a las personas mayores. En el segundo grupo el impacto es más de tipo *cualitativo* ya que si bien por ejemplo, un parque está destinado al total de la población, la conformación por estructura de edad de esta población tenderá a una disminución de niños y jóvenes y a un incremento de adultos mayores, por lo cual se requerirá adaptarlos a este nuevo perfil demográfico de las ciudades.

En el cuadro anexo podemos observar el comportamiento porcentual de la población usuaria potencial en el periodo 2000-2030, para diferentes subsistemas del equipamiento urbano.

En el caso del subistema educación se presenta un decremento, de manera acentuada en la educación básica: en los jardines de niños, la población usuaria potencial (o coeficiente de uso) pasa de 3.56% en 2010 a 2.77% en el 2030; lo mismo sucede en el caso de las primarias que pasan de 13.84 a 11.21% en el mismo periodo.

En el subsistema cultura se presenta la situación contraria, de tal manera que para la biblioteca pública pasa de 42.15% en 2010 a 44.97% en 2030; para la casa de cultura pasa de 72.65 a 75.19%; y para el museo local de 91.10 en 2010 a 92.68% en 2030.

En el subsistema social la población usuaria potencial de los elementos presenta situaciones opuestas: en las guarderías infantiles se registra un decremento en el periodo 2010-2030 (de 0.35 a 0.27%) y, en cambio, en las casas hogar para ancianos se observa un incremen-to de 8.57% a 16.84%.

Para el caso de los elementos de los subsistemas salud y recreación la población usuaria se mantiene, ya que la población demandante es el total de los habitantes.

Tendencias y desafíos

- Es en el equipamiento de la educación básica (jardines de niños, escuelas primarias y secundarias) donde son más visibles los efectos del envejecimiento de la población, registrándose ya un superávit que se incrementará de manera importante en los próximos años. Es decir, empieza a registrarse un decremento en la población de niños, lo que dejará parcialmente vacías las escuelas. Para este subsistema del equipamiento urbano el reto principal será el definir estrategias para el *reciclaje* de las escuelas que conformarán el superávit cuantitativo. Pero en cambio, se pronostica un notable incremento en la población que atenderá las universidades, lo cual significa que a largo plazo mejorará el nivel académico de la población del país.
- En el subsistema recreación el principal reto se visualiza, por un lado, en la atención al déficit de plazas o jardines de barrio cercanas a las viviendas de esta nueva generación de población de mayor edad, y por otro en la *incorporación* de nuevos elementos como bancas especiales, rampas, barandales, cruces peatonales claramente identificados y paradas de autobús con asientos preferenciales a fin de poder atender al nuevo perfil de la población y dar mejor atención a la población de adultos mayores.
- En lo referente al subsistema salud el reto será la *adecuación* de la oferta existente para atender a un creciente número de personas mayores en los que prevalecerán las enfermedades crónicodegenerativas que implican tratamientos médicos prolongados y de mayor costo; y, asimismo, atender el déficit de elementos de salud.

Normas y coeficientes de uso de equipamiento y servicios

	Subsistemas	Grupo edad años	Hasta 2000	2010	2020	2030	Normas de uso m² construcción/ unidad	Capacidad de Unidad usuarios/unidad	Dimensión Núm. Unidades	Estacionamiento 1 cajón/m² const	Superficie de terreno m²	Radio de uso m
Educación	Jardín de niños	4-5	4.5	3.56	3.10	2.77	83/aula	1 aula/35 niños	6 aulas/1 turno	400	1-2000	350-500
	Escuela primaria	6-12	21.0	13.84	14.00	11.21	117/aula	1 aula/50 niños	12 aulas/2 turnos	200	5-7500	350-500
	Escuela secundaria	13-15	4.3	5.94	4.72	4.21	125/aula	1 aula/50 niños	18 aulas/2 turnos	400	6-9000	500-1000
	Preparatoria, bachillerato	16-18	1.5	3.90	3.26	2.77	175/aula	1 aula/50 alumnos	18 aulas/2 turnos	400	10-15000	1000-1500
	Universidad, tec. superior	19-23	0.6	10.97	10.26	8.14	240/aula	1 aula/35 alumnos	150-200 aulas/2 turn	40	50-15000	ciudad
Cultura	Biblioteca	+ 13	40.0	42.15	43.72	44.97	4.2/silla	5 usuarios/silla/día	200 m²/48 sillas	40	300-400	1000-1500
	Casa de la cultura	+ 16	71.0	72.65	73.94	75.19	0.17 usua/día/m²	5.88 m²/usuario	700-1400 m² constr	55	1750-3000	sector ciudad
	Auditorio	+ 6	86.0	87.49	88.78	89.87	1.70/butaca	120 habs/butaca	800 butacas	1c/15 but	5-10000	ciudad
	Museo local	+ 6	90.0	91.10	91.93	92.68	0.07 visi/exhib	100 visitantes/día	1400 m² exhibición	40	3500-4000	ciudad
Salud	Centro de salud	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	75/consultorio	22 pac/día/consult	2-3 consult/ 2turnos	30	400-600	500-1000
	Clínica	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	75/consultorio	32 pac/día/consult	6-12 consult/ 2 turnos	30	1000-2500	500-1000
	Hospital General	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	90/cama	1100 hab/cama	360-500 camas	1 caj/4 cam	60-85000	ciudad
	Hospital de especialidades	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	65/cama	2500 hab/cama	200-600 camas	1 caj/4 cam	20-60000	ciudad
	Unidad de urgencias	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	30/cama	10 000 hab/cama	12-50 camas	1 caj/4 cam	600-2500	1000-1500
Asistencia social	Guardería infantil	− 4	0.6	0.35	0.31	0.27	50/módulo	9-14 niños/módulo	12-24 mod/1.5 turno	1 cajón	1000-2000	−2500
	Casa hogar para ancianos	+ 60	−	8.57	11.84	16.84	40/cama	50-70 adult/mod	50-70 camas/1 mod	1 caj/5 cam	2500-5000	sector ciudad
Recreación	Plaza/parque de barrio	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	0.01-0.02/hab	0.55 habs/m²	1000-3000	1caj/250 m²	1000-5000	barrio
	Plaza cívica	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	0.16/hab	1 plaza/6.25 hab	5000-10000	1 caj/350 m²	1000-5000	ciudad
	Parque urbano	tot pobl	100.00	100.00	100.00	100.00	0.01-0.02/hab	0.55 hab	10-20 has	1 caj/500 m²	10-20 ha	ciudad

FUENTES: Coeficientes de uso elaborados por el doctor Óscar Narváez Montoya del 2010 al 2030. El resto de las normas proviene de: DDF, *Sistema de normas de planificación urbana para el Distrito Federal*, vol. 1, Normas de zonificación primaria y secundaria. Normas de planificación de predios, DDF, Secretaría de Obras y Servicios, Dirección General de Planificación, México, 1987. SEDUE, *Desarrollo urbano*, Sistema normativo de equipamiento urbano, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Dirección General de Desarrollo Urbano, México, 1982. SEDESOL, *Sistemas normativos de equipamiento*, vols. 1 a 6, Dirección General de Infraestructura y Equipamiento, México, 1995.

NOTA IMPORTANTE: Desde que salió la primera edición, hace 30 años, estos indicadores de equipamiento sirvieron como apoyo a la planeación urbana para ubicar dentro de la ciudad los diversos equipamientos y servicios para la creciente población. En las décadas transcurridas, las ciudades crecieron y se expandieron y la mayoría de servicios (administración, abasto, comercios, entretenimiento y otros) fueron otorgándose más como respuesta de una presión social o demanda de mercado, que como una respuesta anticipada para estructurar el desarrollo urbano. De aquí que la mayoría de las ciudades ya tengan instalados –bien o mal ubicados, con plena o poca capacidad– la mayoría de estos servicios. Sin embargo, los subsistemas que se presentan en esta tabla siguen siendo atingentes para la mayoría de la población, especialmente de bajos ingresos, aunque con el cambio actual demográfico está cambiando la configuración de la demanda social que habrá en el futuro y que afectará el equipamiento existente por decremento o incremento de la demanda.

- En el caso del subsistema de asistencia social se requerirá de la *incorporación* de nuevos elementos de equipamiento urbano para atender las necesidades crecientes de los adultos mayores, como son las casas de retiro, siendo recomendable inicialmente buscar concientizar a la población sobre las necesidades que tendrá de este nuevo segmento de la población. No hay que olvidar que en cada familia del país los padres ya empiezan gradualmente a formar parte de este nuevo grupo de adultos mayores.

Finalmente, hay que señalar que el fenómeno descrito representa una oportunidad para adecuar la oferta del equipamiento urbano al nuevo perfil demográfico de las ciudades mexicanas, particularmente de aquellos sectores de bajos ingresos que son los más vulnerables y lo son más a mayor de edad, para los cuales hoy día difícilmente existe equipamiento alguno.

CRITERIOS DE AGRUPAMIENTO DE EQUIPAMIENTO

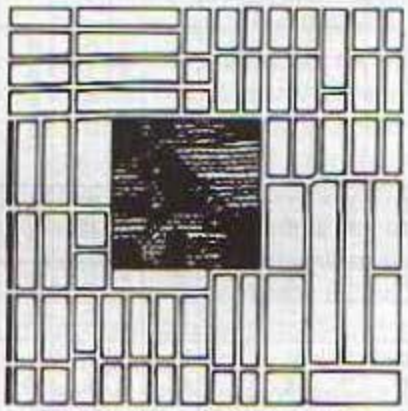
Concentración de equipamiento

La concentración de equipamiento ofrece la ventaja de ser fácilmente identificable y accesible por la población debido a su ubicación. Además los usuarios pueden emplear varios servicios sin necesidad de desplazarse a otro lugar. Es recomendable que la circulación interior sea peatonal en el centro y vehicular en su perímetro. Con este criterio es recomendable generar varios núcleos de equipamiento y servicios tipo subcentros en diversos sectores de la localidad.

Para una ciudad muy extensa como la nuestra, este criterio tiene la ventaja de que facilita el acceso de equipamiento y servicios a diversos sectores urbanos, buscando que los recorridos sean cortos y evitando que la población tenga que hacer recorridos largos de un sector (en que habita) a otro (en que está el equipamiento). Este criterio también ayuda a dar jerarquía a diversos puntos de la ciudad y a imprimir una identidad propia, en congruencia con su origen histórico y las características físicoespaciales y ambientales que la rodean.

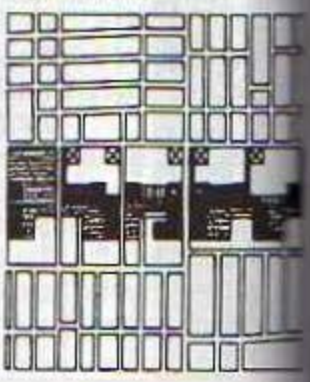
Pero con frecuencia los centros fundacionales de nuestras ciudades que antaño concentraban las actividades político-administrativas, económicas, religiosas y de servicios están decayendo económicamente y por jerarquía urbana. En parte esto ha sido consecuencia de su obsolescencia funcional y congestionamiento vehicular y en parte es que dentro de este proceso de modernización y globalización, las actividades económicas se fueron desplazando a las periferias seguidas de sus residentes (o al revés). De aquí que una manera de revitalizarlos sea la de ofrecer nuevamente condiciones favorables para el retorno de actividades económicas y de residentes, para lo cual es necesario volver a hacer eficiente al centro a través de inversiones en estacionamientos públicos con tarifas preferenciales, un sistema de transporte público mo-derno que conduzca a usuarios al centro desde diversos puntos de la ciudad y que hagan sus recorridos internos en cómodas banquetas y andadores. Ya empezando a generar afluencia, se creará la demanda de comercios, oficinas y vivienda para diferentes sectores, con lo que será necesaria la remodelación del equipamiento y de los servicios existentes a fin de atender las necesidades de los futuros residentes.

Agrupamiento compacto

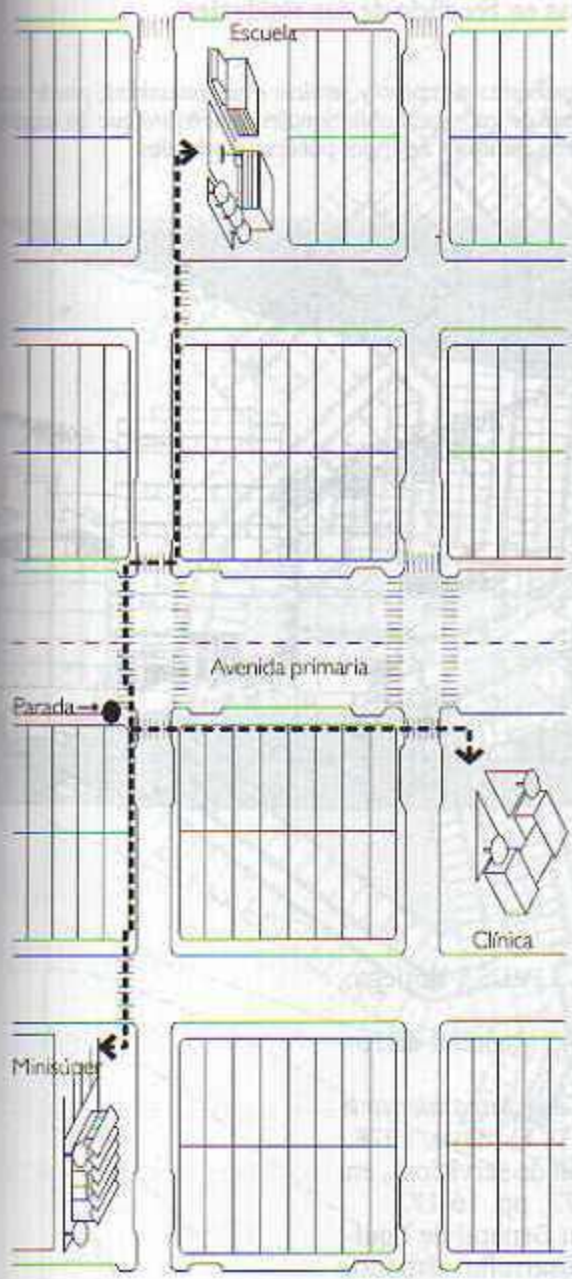


Concentración de equipamiento en subcentro o centro urbanos.

Organización lineal



Organización lineal de equipamiento. Corredor urbano.



Esquema de recorrido peatonal dentro de una colonia.

Organización lineal del equipamiento

La organización lineal ofrece mayor flexibilidad, puesto que a lo largo de un eje central peatonal (con ejes laterales vehiculares) se puede ir sembrando el equipamiento. Bajo este criterio se puede desarrollar a lo largo de una o varias avenidas, según vaya creciendo la ciudad o un sector de ésta, según sea el caso.

Esta alternativa es apropiada para ciudades menores que crecen sobre una o varias carreteras que luego se convierten en avenidas primarias. Sin embargo, si no se desplaza la circulación vehicular a las calles laterales, entonces la afluencia que genera el equipamiento tenderá a concentrarse en una sola vía, lo cual producirá congestionamiento y a la larga obstaculizará su funcionalidad y acceso.

Organización de recorridos peatonales para acceso al equipamiento

El intenso crecimiento demográfico de décadas pasadas propició que las ciudades se expandieran prácticamente sin control; y la ubicación de equipamiento, entre tantas otras actividades, se fue dando de manera dispersa según la demanda surgía y había la disponibilidad de terrenos para atenderla. De tal modo que la situación ideal de ubicar equipamiento formando plazas o a lo largo de andadores peatonales nunca pudo instrumentarse en la realidad; y lo que ahora toca es organizar su accesibilidad para beneficio de los usuarios.

Esto presupone un análisis previo de origen-destino en la cual se identifiquen las demandas que tienen diferentes colonias o sectores para recurrir al equipamiento que concurren. Por supuesto lo realista es tomar uno o varios ejes viales (o avenidas primarias) existentes y buscar vincular cada sector habitacional con los puntos del equipamiento con mayor demanda. El esquema es como un peine doble, pues de cada eje se desprenden diversos trayectos peatonales a diverso equipamiento. Es indispensable reorganizar las rutas y cambiar unidades de transporte público (tipo metrobús) para incentivar que la población lo utilice y desplace la necesidad de usar su automóvil para ir al equipamiento. Para ello, el transporte público tiene que tener sus carriles propios de circulación a manera que los tiempos de recorrido sean menores que los vehiculares.

Es importante promover estacionamientos públicos con cuotas preferenciales en los extremos de las líneas y en algunos cruceros de la línea de transporte, pues ningún equipamiento tiene los estacionamientos interiores necesarios para sus empleados, los cuales estacionan sus vehículos en la calle, agudizando aún más el problema de circulación en la ciudad.

Desde luego las paradas de autobús son los puntos iniciales del recorrido y deben ser amplias y bien diseñadas a manera de facilitar entrada y salida de pasajeros. También los recorridos en banquetas, desde la parada del transporte al equipamiento, deben ser amplias y de tratamiento de piso uniforme. En unas situaciones se podrá eliminar una hilera de estacionamiento lateral en las calles para ampliar y arborizar las banquetas; en otras el tramo de calle se podrá hacer un andador peatonal. Los cruces peatonales con calles deben estar a nivel de banqueta y bien señalizados. En lo posible habría que buscar reconstruir espacios urbanos frente a los equipamientos más concurridos, tal vez cerrando total o parcialmente una calle (o con control de acceso) para crear un espacio de congregación de los residentes (ver Bazant, *Espacios Urbanos*).

Finalmente, es a todas luces recomendable buscar elementos de identidad en cada zona urbana –pues en este proceso de globalización y de predominancia de franquicias extranjeras, la ciudad de hoy día ha venido perdiendo su imagen urbana– y estas obras menores en pavimentos con su debido señalamiento y manejo de paisaje urbano, podrían ser factor para recuperarlas en beneficio de sus residentes.

Equipamiento de apoyo y servicio a la comunidad: puede estar alejado de las zonas habitacionales, y permitirá que los usuarios acudan a ellos en vehículos públicos o privados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

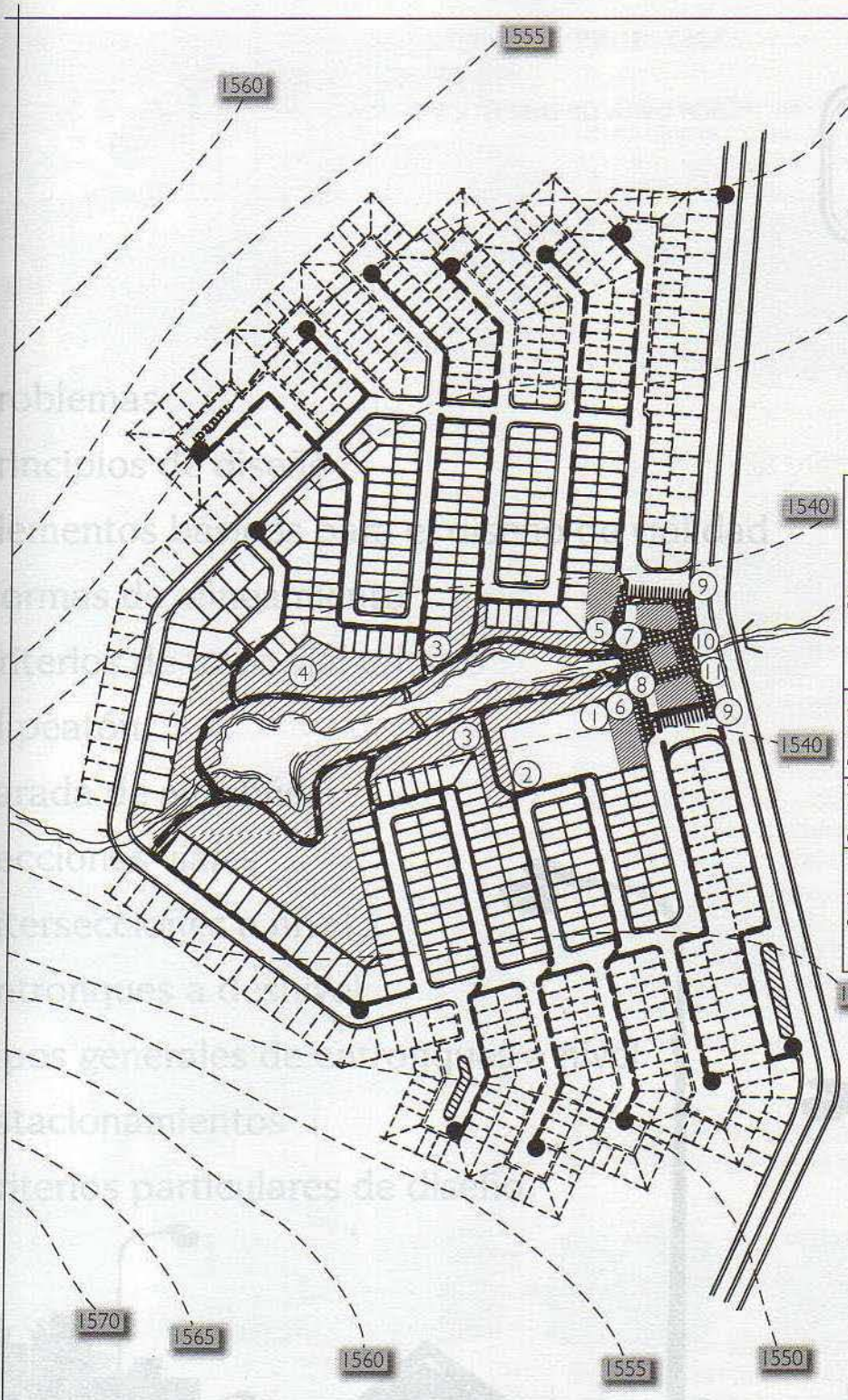
Bazant Jan, *Espacios urbanos. Historia, teoría y práctica*, LIMUSA-Noriega, México, 2008.

CONAPO, *La situación demográfica de México, 2004*, Consejo Nacional de Población, México, 2004.

Departamento del Distrito Federal, *Normas de dosificación de equipamiento e infraestructura urbana*, t. III (edición limitada), México D. F., Mayo, 1978.

Jacobs N., "Tabla comparativa de usos urbanos y dosificación de servicios", en Revista *Arquitectura Autogobierno*, núm. 1, UNAM, 1977, pp. 16-17.

SEDUE, *Normas básicas de equipamiento urbano*, Dirección General de Equipamiento Urbano y Edificios, Subsecretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México, 1984.



Población total

	Lotes	Población
Etapa I	306	1683
Etapa II	218	1199
Etapa III	228	1254
	752	4136

Estimación del equipamiento

		Etapas I	Etapas II	Etapas III	
Educación	Jardín de niños	(1 turno)			
	Demanda	101	72	75	1000
	Núm. de aulas	2	2	2	(6 aulas)
	Superficie	303	216	225	
	Primario	(1 turno)			
	Demanda	370	264	276	3200
	Núm. de aulas	7	5	6	(18 aulas)
	Superficie	1110	792	828	
	Secundario				
	Demanda	70	50	53	
	Núm. de aulas	1	1	1	
	No hay suficiente demanda				
Recreación	Área de juego infantil (cerca del centro comercial)				500
	Área de juego de pelota (en el parque central)				1500
	Área jardinada central (incluyendo lago)				30 000
Comercial	Comerciales (22 locales)				1144
	Lotes comerciales (8)				2080
	Plaza comercial				2500
	Estacionamiento (40 autos)				680
Social	Club social o centro comunitario				750
	Capilla				200
	Centro asistencial				120
	Biblioteca cine				250
	Caseta de vigilancia				
	Caseta de parada de autobús				
	Caseta de taxis				

metros
10 20 30 40 50 100

① Jardín de niños
② Escuela primaria
③ Juegos infantiles
④ Canchas
⑤ Centro (club) social
⑥ Capilla
⑦ Centro asistencial
⑧ Centro cultural
⑨ Caseta de vigilancia
⑩ Caseta de autobús
⑪ Caseta de taxis

Jardín central
Jardín secundario
Locales comerciales
Cafetería/ampliación
Plazas
Estacionamiento
Trayectoria peatonal al equipamiento

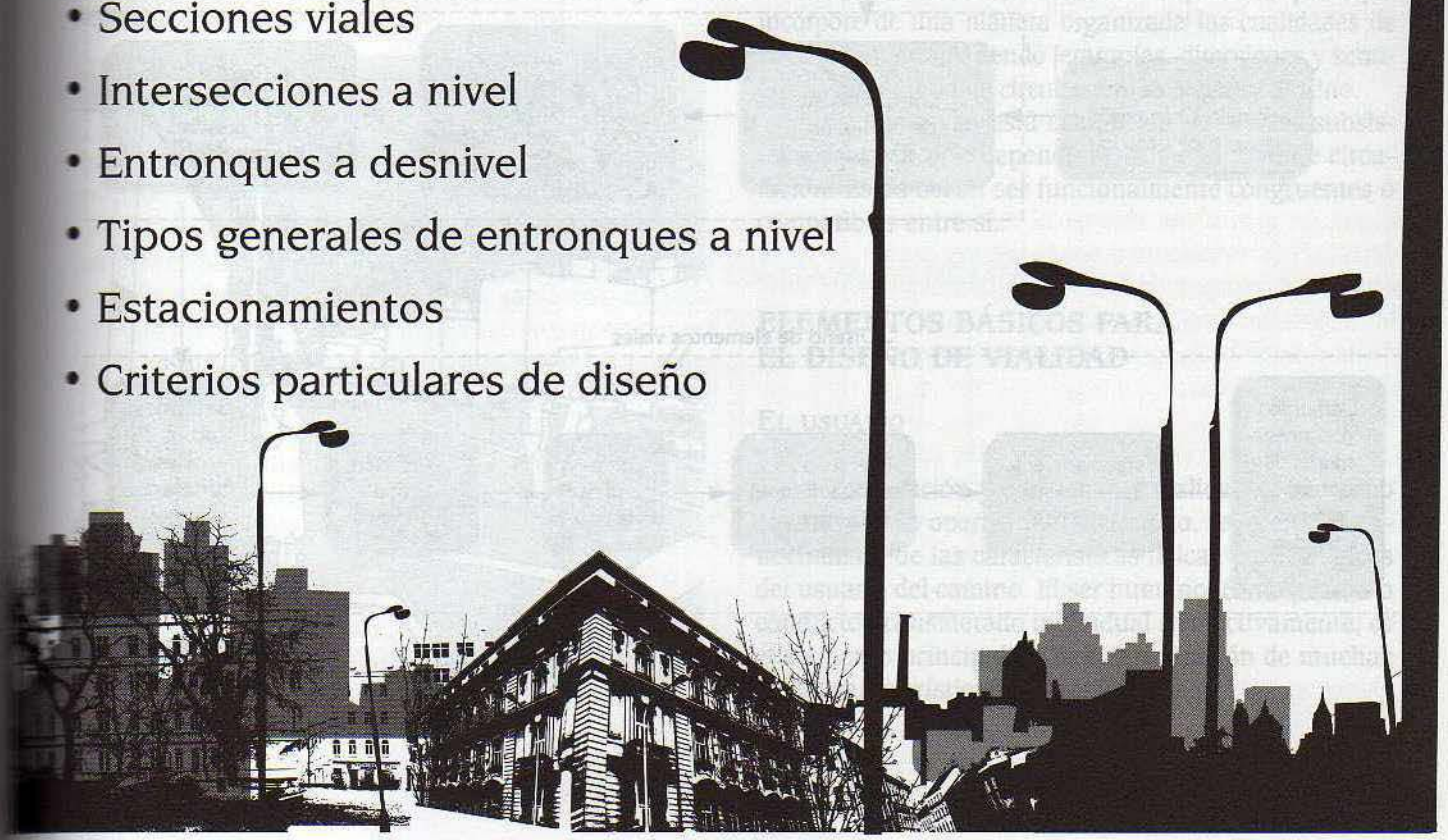
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
PLANO: EQUIPAMIENTO
NÚM. DE PLANO: 02
PROYECTO: JAN BAZANT | APROBÓ: J. B. | ESCALA: 1:1000 | CLAVE: P U
DIBUJO: ABEL LARA | FECHA: ENERO 2003 | ACOTACIONES: m | NÚM. DE PROYECTO: VI-02

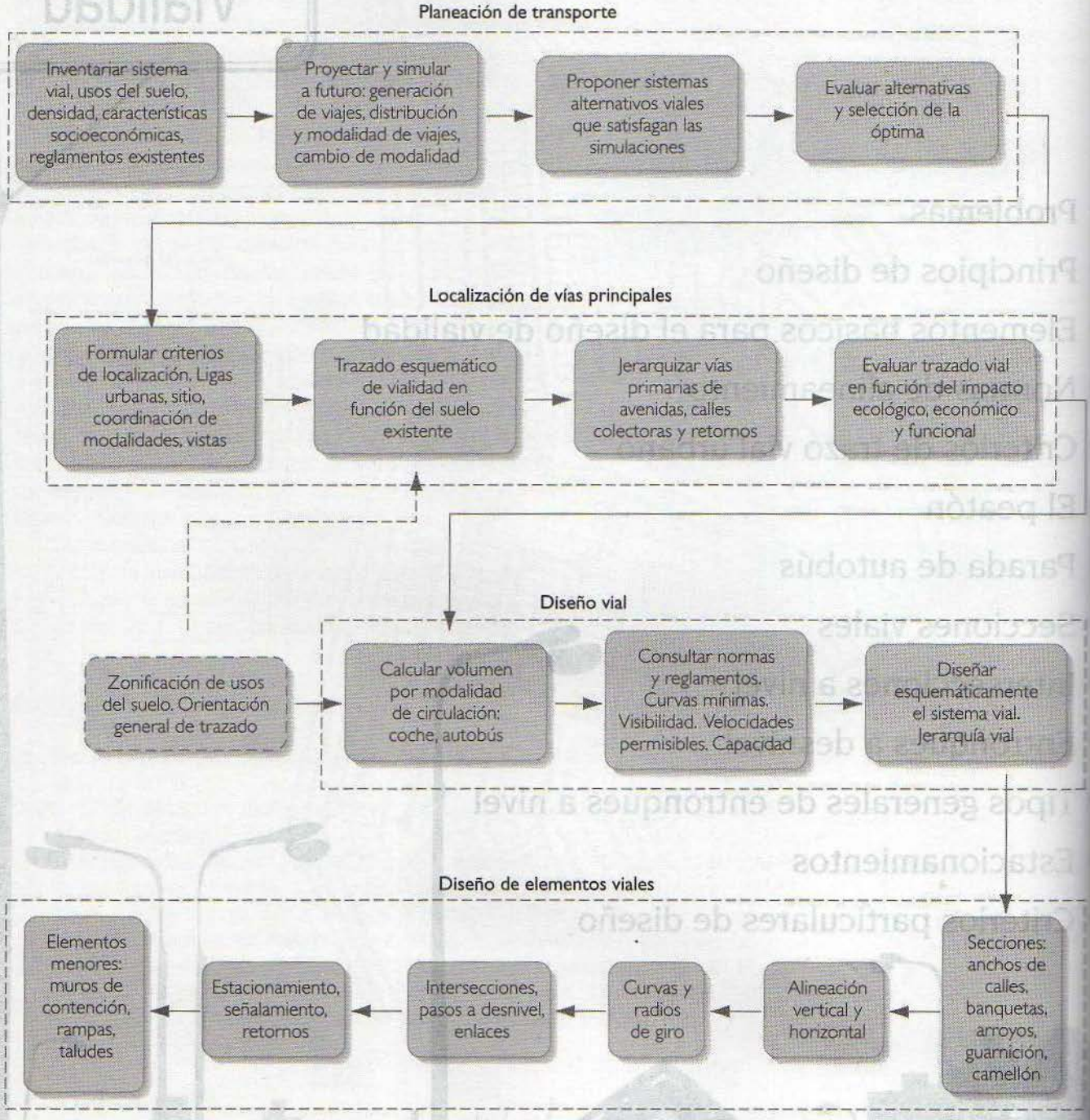
8

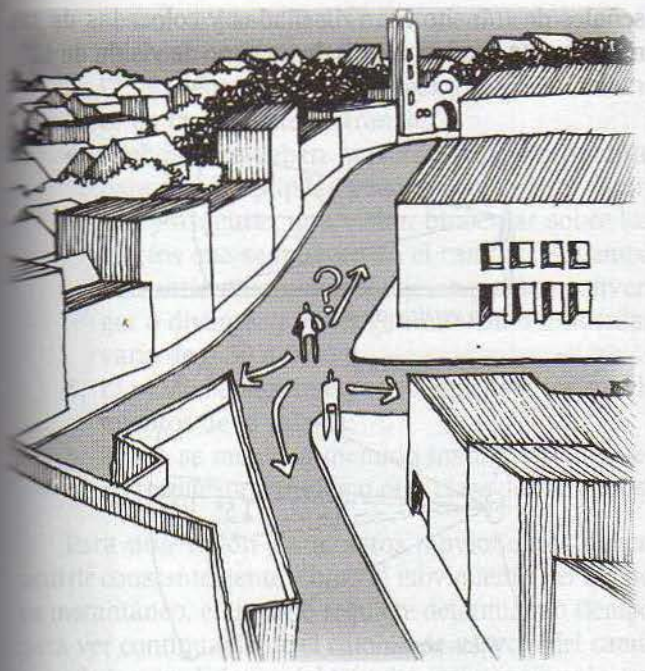
Vialidad

- Problemas
- Principios de diseño
- Elementos básicos para el diseño de vialidad
- Normas de alineamiento
- Criterios de trazo vial urbano
- El peatón
- Parada de autobús
- Secciones viales
- Intersecciones a nivel
- Entronques a desnivel
- Tipos generales de entronques a nivel
- Estacionamientos
- Criterios particulares de diseño



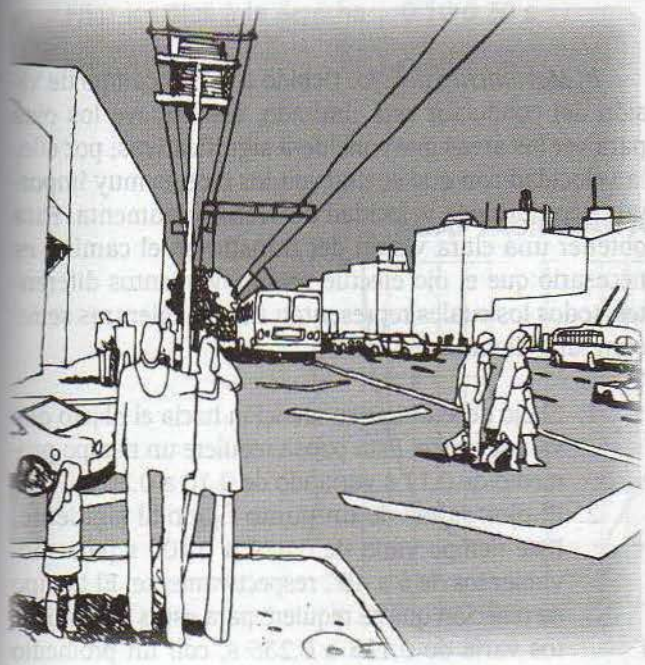
METODOLOGÍA DE DISEÑO: VIALIDAD





La falta de estructuración y jerarquía vial propicia poca claridad con respecto a las opciones de trayectos que hay para llegar a un destino.

La mezcla de modalidades de circulación facilita cambios de transporte y orienta a los usuarios respecto de las rutas para llegar a su destino.



PROBLEMAS

Si un sistema vial no está bien estructurado con una clara jerarquía y distinción entre las diversas modalidades de circulación, produce caos en la circulación interna.

Cuando un sistema vial no ofrece al usuario direcciones y sentidos de circulación claros, produce confusión con respecto a la localización de destinos y a las rutas para llegar a ellos.

Si los cruces entre diversas modalidades de circulación no están bien resueltos, provocan conflictos que afectan la seguridad de los usuarios.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

El sistema de circulación de una zona específica forma parte de un sistema general de circulación de una región. Por tanto, el sistema local de circulación debe responder a la estructura vial de la ciudad.

La función de la vialidad interna es propiciar acceso e interrelación entre todos los puntos de una zona mediante un sistema de circulación organizado, de acuerdo con los requerimientos de los usuarios en términos de sus modalidades principales de transporte (vehicular, peatonal, ciclista o animal).

Es conveniente estructurar un sistema completo que incorpore de una manera organizada las cualidades de circulación, estableciendo jerarquías, direcciones y sentidos según el flujo de circulación, su origen y destino.

El sistema vial está compuesto por varios subsistemas y cada uno depende de la modalidad de circulación. Éstos deben ser funcionalmente congruentes o compatibles entre sí.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE VIALIDAD

El usuario

La planeación y el diseño de vialidades, así como el control y la operación del tránsito, requieren el conocimiento de las características físicas y psicológicas del usuario del camino. El ser humano, como peatón o conductor, considerado individual o colectivamente, es el elemento principal en la determinación de muchas de las características del tránsito.

Las siguientes condiciones del medio pueden afectar el comportamiento del usuario:

1. La tierra: su uso y actividades.
2. El ambiente atmosférico: estado del tiempo y visibilidad.
3. Obras viales: carreteras, ferrocarriles, puentes y terminales.
4. La corriente del tránsito y sus características, las cuales son manifiestas al usuario.

Además de estas condiciones ambientales que estimulan al usuario desde el exterior, aquél se ve afectado también por su sistema orgánico. Por ejemplo, el consumo de alcohol, deficiencias físicas y aun problemas emocionales influyen en el ser humano, afectando su conducta en la corriente del tránsito.

La motivación, la inteligencia, el aprendizaje y el estado emocional del usuario del camino son otros elementos significativos en la operación del tránsito.

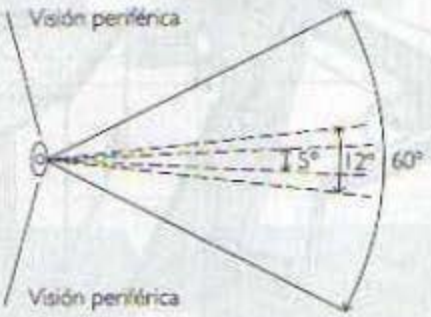
Visión del conductor

De los sentidos del hombre, la visión indudablemente es el más importante, ya que a través de ésta, el individuo obtiene información de lo que acontece a su alrededor. Muchos de los problemas operacionales y del proyecto requieren el conocimiento de las características generales de la visión humana.

Para manejar un vehículo son importantes la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción, es decir, el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia adelante, detectar el movimiento a sus lados, ver el camino en la noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento, así como distinguir tanto colores de señales y semáforos como las distancias relativas de los diferentes objetos.

a) Agudeza visual. Uno de los datos más importantes acerca del ojo humano es la agudeza visual. Ésta tiene lugar en una pequeña porción del campo visual limitada por un cono cuyo ángulo es de 3°, sin embargo, es bastante sensible dentro de un cono visual de 5 a 6° y regularmente clara hasta 10°, que es el punto en el cual la agudeza visual disminuye rápidamente. En consecuencia es importante que las señales de tránsito sean diseñadas y colocadas de tal manera que queden dentro de un cono de visión de 12°.

Cono vertical de visión



Ángulo de mayor visión: aguda	3-5 grados
Ángulo de menor visión: aguda	5-12 grados
Ángulo cómodo, visión menos detallada:	12-60 grados

Cono horizontal de visión

Conos de visión.

b) Movimiento del ojo. Debido a que el campo de visión del conductor está limitado, éste mueve los ojos para ver las áreas que considera significativas; por ello, la velocidad con que se mueven los ojos es muy importante conforme la velocidad del tránsito aumenta. Para obtener una clara visión del tránsito en el camino es necesario que el ojo efectúe seis movimientos diferentes, todos los cuales representan tiempo mientras se recorre una distancia:

1. El ojo debe dirigir su atención hacia el objeto que va a ser visto. Esta pausa requiere un tiempo promedio de 0.17 s variando de 0.10 a 0.30 s.
2. El ojo "salta" de un punto fijado al siguiente. Este tiempo varía de 0.029 a 0.100 s para movimientos de 5 a 40°, respectivamente. El tiempo de reacción que se requiere para estos movimientos varía de 0.125 a 0.235 s, con un promedio

cercano a los 0.20 s. Por tanto, el tiempo requerido para mover el ojo varía de 0.15 a 0.33 s.

3. El ojo debe seguir los elementos en movimiento en la corriente de tránsito.
4. Ambos ojos deben moverse armoniosamente para que las pupilas puedan converger o diverger, y asegurar una visión binocular sobre los objetos que se mueven en el camino. El tiempo necesario para que los objetos puedan converger o diverger y se tenga una visión binocular varía de 0.30 a 0.50 s.
5. El ojo debe moverse para compensar los movimientos de la cabeza.
6. El ojo se mueve a menudo involuntariamente, en respuesta a ruidos u otra clase de estímulos.

Para una visión clara, estos movimientos deben ocurrir constantemente. Como el movimiento del ojo no es instantáneo, el usuario requiere determinado tiempo para ver continuamente el cambio de aspecto del camino y de las condiciones del tránsito; así por ejemplo, un conductor cuyos ojos estén fijos en lo que ocurre a la derecha de una intersección, puede necesitar hasta un segundo completo para mover sus ojos al lado izquierdo y regresar de nuevo la vista al lado derecho.

Movimiento a la izquierda	0.15-0.33 s
Fijar los ojos a la izquierda	0.10-0.33 s
Movimiento a la derecha	0.15-0.33 s
Fijar los ojos a la derecha	0.10-0.30 s
Tiempo total:	0.50-1.26 s

Estos valores sólo muestran el tiempo para ver y no incluyen el tiempo de reacción.

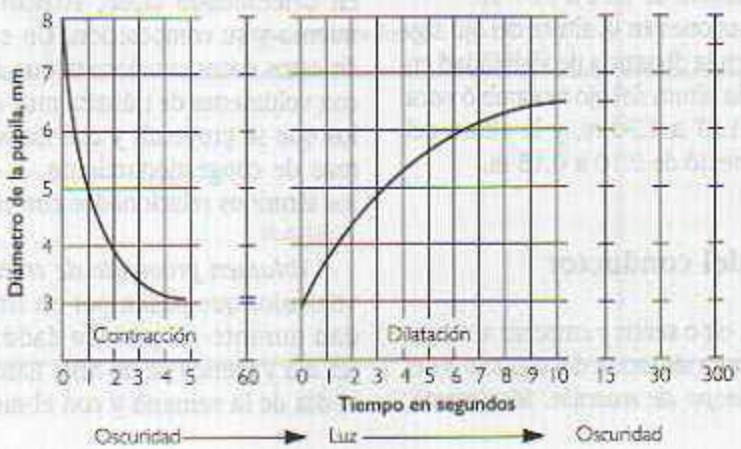
Cuando el conductor depende de la iluminación artificial, éste pierde 6 m de visibilidad por cada 15 km/h de incremento en la velocidad, es decir, el conductor requiere 1.40 s más por cada 15 km/h de incremento en la velocidad, para obtener la máxima percepción visual de las condiciones del tránsito.

c) Visión periférica. Estudios hechos con conductores muestran que en general el ángulo central total de visión periférica varía entre 120 y 160°, pero debido a la concentración visual, el rango de visión periférica efectiva se contrae al incrementarse la velocidad, desde un ángulo de 100° a 30 km/h hasta un ángulo de 40° a 100 km/h.

Aun cuando para muchas situaciones del tránsito se confía en la visión periférica, un buen proyecto y una regulación adecuada no se apoyan en la visión periférica de los conductores, sino en el cono de agudeza visual.

d) Visión en condiciones de deslumbramiento. Algunas condiciones, como la salida de túneles, la iluminación de las calles y el deslumbramiento por los faros de otros vehículos, exigen del conductor un esfuerzo de adaptabilidad a los cambios de luz. En tanto que la reacción pupilar compensa cuando mucho en 70 veces el incremento de luz externa, el cambio de luz del día a la noche varía en relaciones de millones a uno. La adaptación residual al cambio de luz (*véase* la siguiente figura) es una función de la retina. Al pasar de la oscuridad a la luz, el ojo se adapta por sí mismo mucho más rápidamente que cuando pasa de la luz a

ADAPTABILIDAD A LOS CAMBIOS DE LUZ



la oscuridad. En el diseño del tránsito y la iluminación de las calles se debe tomar en cuenta este problema de recuperación visual al pasar a condiciones de iluminación mucho más bajas después de entrar a un túnel o al padecer deslumbramientos producidos por los faros de los vehículos.

e) Percepción del espacio. Los valores del espacio y del tiempo de percepción basados en la visión permiten que el conductor se forme juicios acerca de su propio comportamiento, así como acerca del comportamiento de los demás, en la corriente del tránsito.

Los tamaños y las formas de los detalles que se perciben y su posición relativa permiten que el usuario se forme un juicio acerca del espacio; sin embargo, éste puede variar, debido a factores como la convergencia de los ojos para acomodarse a la visión binocular, la tensión nerviosa para ver a través de la niebla o del humo, etcétera.

Para percibir el espacio, el conductor necesita marcas en el pavimento, guías para estacionamiento, delineación de calles y entronques para obtener ángulos visuales amplios, etcétera.

f) Altura del ojo del conductor. La altura del ojo del conductor sobre la superficie del camino ha sufrido una disminución gradual en el transcurso de los años y, en consecuencia, se ha reducido la distancia de visibilidad en muchas situaciones.

Las dimensiones representativas de la altura del conductor son importantes en el proyecto geométrico para calcular la distancia de visibilidad.

La variación de la altura del ojo depende de las características tanto de los vehículos como de los conductores. De acuerdo con investigaciones efectuadas en Estados Unidos de América, la altura promedio del vehículo ha disminuido de 1.37 a 1.30 m, con el correspondiente cambio en la altura del ojo del conductor, de 1.14 a 1.07 m.

Debido a que estas variaciones en la altura del ojo significaron una disminución en la distancia de visibilidad en curvas verticales en cresta, la altura del ojo se cambió para fines de especificación, de 1.37 a 1.30 m, y la altura del objeto en el pavimento aumentó de 0.10 a 0.15 m.

Tiempo de reacción del conductor

El breve lapso entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito o del camino se conoce como *tiempo de reacción*. Idealmente, esta respuesta del conductor requiere un tiempo para percepción, intelección, emoción y volición (voluntad).

Así, mientras más compleja es una situación, el conductor debe disponer del tiempo suficiente para hacer una evaluación apropiada de todos los factores que intervienen, con el fin de reaccionar con seguridad. El tiempo requerido para esta acción puede variar desde 0.60 s para situaciones simples, hasta 2.00 a 2.70 s para situaciones más complejas. Se ha encontrado que la respuesta a estímulos visuales es un poco más lenta que la de los estímulos auditivos o los del tacto, como puede verse en la siguiente tabla:

Respuesta a diferentes estímulos

Estímulo	*Tiempo de reacción (seg.)*
Luz	0.18
Sonido	0.14
Tacto	0.14

Los tiempos de reacción del conductor se toman en cuenta para determinar distancias de visibilidad de parada, velocidades de seguridad en los accesos a intersecciones y la programación de semáforos.

Los vehículos

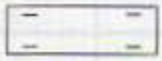
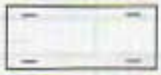
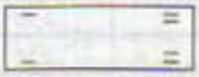
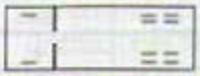
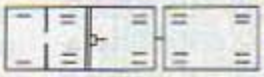
(*Véanse* tablas, pp. 193 y 194).

Tránsito

Al proyectar una carretera o vialidad urbana, el tipo de sección y accesos dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito que circulará en determinado lapso, su variación, su tasa de crecimiento y su composición. Un error en la determinación de estos datos ocasionará que éstas no funcionen bien, con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó; y con mayor frecuencia con problemas de congestionamiento. A continuación se definen los términos relacionados con el volumen de tránsito:

Volumen promedio de tránsito: Es la cantidad de vehículos que pasan por un tramo de carretera o vialidad durante un periodo dado de tiempo, por más de un día y menos de un año. Estos promedios varían con el día de la semana y con el mes o la estación del año.

Clasificación general de los vehículos

	Tipo de vehículo	Número de ejes	Esquemas: Perfil	Esquemas: Planta		Porcentaje respecto al total de camiones		Porcentaje respecto al total de vehículos	
Vehículos ligeros	Automóviles	2						46	58
	Camionetas							12	
Vehículos pesados	Autobuses	2						12	
	Camiones	2				73	100	30	42
		3				13			
		4				7			
		5				7			
									
			Otras combinaciones						
Vehículos especiales	Camiones y/o remolques especiales	Variable				Variable			
	Maquinaria agrícola								
	Bicicletas y motocicletas								
	Otros								

Características de los vehículos de proyecto

Características	*Automóvil* (m)	*Microbús Camión* (m)	*Autobús* (m)	*Tráiler 4 ejes* (m)	*Tráiler 5 ejes* (m)
Longitud total del vehículo	5.80	9.10	12.10	15.20	16.70
Distancia entre ejes extremos del vehículo	3.40	6.10	7.60	12.20	15.20
Distancia entre ejes extremos del tractor	—	—	—	4.00	9.10
Distancia entre ejes del semirremolque	—	—	—	8.20	6.10
Vuelo delantero	0.90	1.20	2.10	1.20	0.90
Vuelo trasero	150	1.80	2.40	1.80	0.60
Distancia entre ejes tándem tractor	—	—	—	—	1.20
Distancia entre ejes tándem semirremolque	—	—	—	1.20	1.20
Distancia entre ejes interiores	—	—	—	3.90	4.80
Dist. ejes interiores tractor y semirremolque	—	—	—	7.00	7.90
Ancho total del vehículo	2.10	2.60	2.60	2.60	2.60
Entrevía del vehículo	2.10	2.60	2.60	2.60	2.60
Altura total del vehículo	1.30	4.10	4.10	4.10	4.10
Altura de ojos del conductor	1.07	2.40	2.40	2.40	2.40
Altura de faros delanteros	0.46	0.60	0.60	0.60	0.60
Altura de faros traseros	0.46	0.60	0.60	0.60	0.60
Ángulo de desviación del haz de luz de faros	1°	1°	1°	1°	1°
Radio de giro mínimo	7.30	12.80	12.80	12.20	13.70
Radio de giro máximo	7.80	13.40	14.10	12.60	14.10

FUENTE: AASHTO, 1994, pp. 21-22.

Tránsito en hora pico: Los volúmenes de tránsito en intervalos menores de un día reflejan más apropiadamente las condiciones de operación de carreteras y vialidades, ya que hay una variación considerable de tránsito en diferentes horas del día. De aquí que es necesario decidir qué volumen adoptar en hora pico para el diseño vial: si usamos el más congestionado, se desperdicia capacidad vial (e inversión) el resto del día, y si usamos el promedio puede dar por resultado arterias muy congestionadas. La AASHTO (1994, p. 54) concluye que el volumen máximo horario fluctúa entre 25% del promedio diario.

Dirección del tránsito

En horas pico, de 55 a 70% del tránsito circula en una dirección, llegando en ocasiones hasta 80%. Habrá que recordar que la direccionalidad en el tránsito cambia durante el día: por ejemplo, en horas pico en las mañanas se dirige hacia el centro urbano y en la tarde a las periferias.

Determinación del volumen de tránsito

Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera se utilizan los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

a) *Estudios de origen y destino*: Su principal objetivo es conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y los términos de los viajes; adicionalmente se obtienen datos del comportamiento del tránsito, tanto en lo que se refiere a su magnitud y composición como a los diversos tipos de productos que se transportan. Esto último con la finalidad de determinar el grado de desarrollo de los sectores que integran la vida económica y social, así como localizar los centros productores y consumidores, indicando la importancia que éstos tienen en la economía.

b) *Muestreos de tránsito*: El crecimiento de los volúmenes de tránsito en la red de carreteras, así como la variación de estaciones de aforo en toda la red, con el fin

de que capten el tránsito representativo de cada tramo, sin influencia apreciable de viajes suburbanos o de itinerarios muy cortos y registren un tránsito promedio diario con base en el periodo de una semana, el cual, correlacionado con estaciones maestras dará como resultado un muestreo razonablemente cercano al flujo actual. Estas previsiones tienden a reducir las correcciones ocasionadas por las variaciones estacionales.

El conteo de los vehículos se realiza por medio de contadores manuales o electromecánicos que registran cada hora y clasifican en vehículos ligeros, autobuses y vehículos pesados.

c) Estaciones maestras o permanentes: Con objeto de complementar tanto los muestreos de tránsito como los de origen y destino, en diversos tramos de la red se instalan estaciones permanentes provistas de contadores automáticos, cuya finalidad es registrar las variaciones y el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año.

Composición y distribución del tránsito por sentidos

Para determinar las características geométricas de un proyecto vial es necesario analizar de acuerdo con el nivel de servicio que la vialidad pretenda proporcionar y durante el periodo de previsión la composición y distribución del tránsito por sentidos.

La fluidez del tránsito depende, además del volumen de tránsito, del porcentaje relativo de vehículos con características diferentes y de su distribución por sentidos.

La composición del tránsito puede estimarse con base en los datos registrados en los muestreos, los estudios de origen y destino, y los datos proporcionados por el organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

La distribución del tránsito por sentidos de circulación es fundamental en el proyecto vial de dos o más carriles, y puede estimarse con base en los estudios de origen y destino o de los proporcionados por una estación maestra.

Predicción del tránsito

La predicción del tránsito es una determinación de tránsito futuro. Existen diferentes métodos estadísticos para predecirlo:

a) Con base en la extrapolación de la tendencia media se ajusta una curva de regresión a la tendencia histórica del crecimiento del volumen de tránsito y se extrapola dicha tendencia para obtener los valores futuros y los intervalos de confianza de esas predicciones.

b) En un estudio de regresión múltiple entre el volumen de tránsito existen otros elementos, como pueden ser el consumo de gasolina, el registro de vehículo y el Producto Interno Bruto, se extrapola el crecimiento de los tres últimos para obtener el volumen de tránsito futuro.

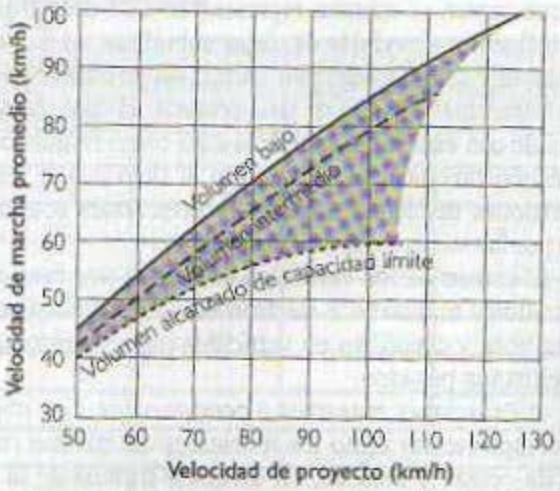
Velocidad

La velocidad es uno de los factores más importantes que el conductor considera para seleccionar una ruta y llegar a su destino. Normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de una corriente de tránsito. Esto es consecuencia de cuatro condiciones básicas: el estado de conservación del pavimento y de la vialidad en general, el clima, la presencia de otros vehículos y las limitaciones de velocidad impuestas por dispositivos de control; aunque éstos usualmente van combinados. El objetivo es diseñar la vialidad para satisfacer la demanda de servicio de una mayoría de conductores en las mejores condiciones de seguridad y economía. Los términos empleados para ello son

Velocidad de operación: Es la máxima velocidad a la que puede viajar un vehículo en un tramo de una vialidad, bajo condiciones favorables de clima y tránsito, sin rebasar el límite de velocidad.

Velocidad de proyecto: Es la máxima velocidad a la que los vehículos pueden circular con seguridad sobre una vialidad, que se utiliza para determinar su diseño geométrico. Esta velocidad debe tener una lógica con respecto a los relieves topográficos, a los usos del suelo colindantes y a la clasificación de la vialidad. Excepto por calles urbanas locales que tienen controles de , el criterio es usar la mayor velocidad de proyecto posible siempre que satisfaga condiciones de seguridad, movilidad y economía. Es recomendable una velocidad de proyecto: 110 km/h para autopistas; 100 km/h para carreteras regionales o suburbanas; 80 km/h para arterias urbanas rápidas; y menores velocidades para calles urbanas con diferente jerarquía.

Velocidad de marcha: Es la velocidad de un vehículo en un tramo de carretera o vialidad, obtenida de dividir la distancia del recorrido entre el tiempo durante el cual estuvo en movimiento. Los valores se calculan por el resultado de la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos en circulación en un tramo determinado entre la suma de los tiempos correspondientes. La American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1994) estimó que para velocidades de 50 km/h la velocidad de marcha es 90 a 95% de la velocidad de proyecto (*op. cit.*, p. 69). Pero cuando el volumen de tránsito incrementa en una vialidad, la velocidad de marcha tiende a decrecer por la interferencia que surge entre vehículos, especialmente arriba de los 80 km/h. Esto generalmente ocurre por variaciones en el clima, un vehículo descompuesto, un accidente o el tránsito que se entrecruza.



Relación entre velocidad de marcha promedio y volumen de tránsito.

Distancia de visibilidad

A la longitud de una vialidad que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, se le llama *distancia de visibilidad*. En general, se consideran dos distancias de visibilidad: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase, las cuales analizaremos a continuación.

Distancia de visibilidad de parada

La distancia de visibilidad de parada es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a, o cerca de, la velocidad de proyecto, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera o vialidad.

La distancia de visibilidad de parada es el resultado de la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el objeto hasta que coloca su pie en el pedal del freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos. A la primera se le llama *distancia de reacción*, y a la segunda, *distancia de frenado*.

Se ha supuesto que la velocidad del vehículo sea constante durante el tiempo de reacción, además de que el vehículo se detiene por la sola aplicación de los frenos, sin tomar en cuenta la inercia de las partes móviles, las resistencias internas, la resistencia del aire y la variación en la eficacia de los frenos.

Las variables que no se consideran están involucradas implícitamente en el tiempo de reacción y en el coeficiente de fricción longitudinal. Este coeficiente varía, a su vez, con la velocidad, la presión, el tipo y el estado de las llantas, así como también por el tipo y por el estado de la superficie de rodamiento.

El coeficiente de fricción y el tiempo de reacción deben establecerse experimentalmente. Después de numerosas experiencias, la AASHTO ha determinado que para un proyecto debe emplearse un tiempo de reacción de 2.5 s. El coeficiente de fricción longitudinal para un proyecto varía entre 0.40 para una velocidad de 30 km/h hasta 0.28 para 110 km/h. Estos coeficientes corresponden a pavimentos mojados y por tanto en esta condición la velocidad de los vehículos es inferior a la de proyecto y se aproxima a la velocidad de marcha, para bajos volúmenes de tránsito.

En la tabla respectiva se muestra la distancia de visibilidad de parada para diferentes velocidades de proyecto, condiciones de pavimento mojado y a nivel.

Distancia de visibilidad de rebase

Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de rebase cuando la distancia de visibi-

dad en ese tramo es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula en el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

La distancia de visibilidad de rebase se aplica a carreteras de dos carriles, en carreteras de cuatro o más carriles la maniobra de rebase se efectúa en carriles con la misma dirección de tránsito, por lo que no hay peligro de interferir con el tránsito de sentido opuesto. Las maniobras de rebase que requieran cruzar el eje de una carretera de cuatro o más carriles sin faja separadora central son tan peligrosas que no deben permitirse.

No es posible establecer criterios rígidos para determinar la frecuencia y longitud de los tramos de rebase que debe tener una carretera de dos carriles, ya que esto depende de variables como el volumen de tránsito, la configuración topográfica, la velocidad del proyecto y el costo y el nivel de servicios deseados; sin embargo, es aconsejable proporcionar tantos tramos de rebase como sea posible económicamente. En gran parte de las carreteras, los tramos de rebase se incluyen de manera natural en el desarrollo del proyecto y como consecuencia lógica de la configuración topográfica. Estos tramos de rebase son suficientes cuando el volumen de tránsito es bajo o muy bajo; sin embargo, conforme el volumen de tránsito se acerca a la capacidad máxima es esencial proyectar tramos de rebase más largos y más frecuentes, para evitar que se formen filas de vehículos detrás de los vehículos lentos.

En pendientes descendientes fuertes, en general la distancia de visibilidad de rebase es menor que en terreno plano, puesto que el vehículo que va a rebasar puede acelerar más rápidamente y reducir el tiempo de maniobra; los vehículos rebasados casi siempre son pesados y normalmente evitan acelerar en pendientes descendentes, para su mejor control facilitando que sean rebasados.

En pendientes ascendentes fuertes la distancia de visibilidad de rebase es mayor que en terreno plano, debido a que se reduce el poder de aceleración de los vehículos que van a rebasar y a la mayor velocidad de los vehículos que vienen en sentido opuesto; esto queda compensado, en parte, por la baja velocidad del vehículo que se quiere rebasar. Sin embargo, si se quiere efectuar la maniobra de rebase debe ser mayor que en terreno plano. Todavía no hay un criterio establecido para calcular este aumento, pero el proyectista debe reconocer que éste es deseable.

Distancia de visibilidad de parada

Velocidad de proyecto (km/h)	*Velocidad de marcha* (km/h)	Reacción de frenado		*Coeficiente de fricción* (f)	*Distancia de frenado* (m)	*Distancia de visibilidad* (m)
		Tiempo (s)	*Distancia* (m)			
30	30-30	2.5	20.8-20.8	0.40	8.8-8.8	29.6-29.6
40	40-40	2.5	27.8-27.8	0.38	16.6-16.6	44.4-44.4
50	47-50	2.5	32.6-34.7	0.35	24.8-28.1	57.4-62.8
60	55-60	2.5	38.2-41.7	0.33	36.1-42.9	74.3-84.6
70	63-70	2.5	43.7-48.6	0.31	50.4-62.2	94.1-110.8
80	70-80	2.5	48.6-55.5	0.30	64.2-83.9	112.8-139.4
90	77-90	2.5	53.5-62.5	0.30	77.7-106.2	131.2-168.7
100	85-100	2.5	59.0-69.4	0.29	98.0-135.6	157.0-205.0
110	91-110	2.5	63.2-76.4	0.28	116.3-170.0	179.5-246.4
120	98-120	2.5	68.0-83.3	0.28	134.9-202.3	202.9-285.6

FUENTE: AASHTO, 1994, p. 120.

La distancia de visibilidad de rebase mínima es suficiente para rebasar un solo vehículo, por lo que el proyecto de tramos con esa distancia mínima no garantiza totalmente la seguridad de la carretera, aun con bajos volúmenes de tránsito.

Para definir la distancia mínima de visibilidad de rebase la AASHTO efectuó estudios que permitieron formular las siguientes hipótesis sobre el comportamiento de los conductores en las maniobras de rebase:

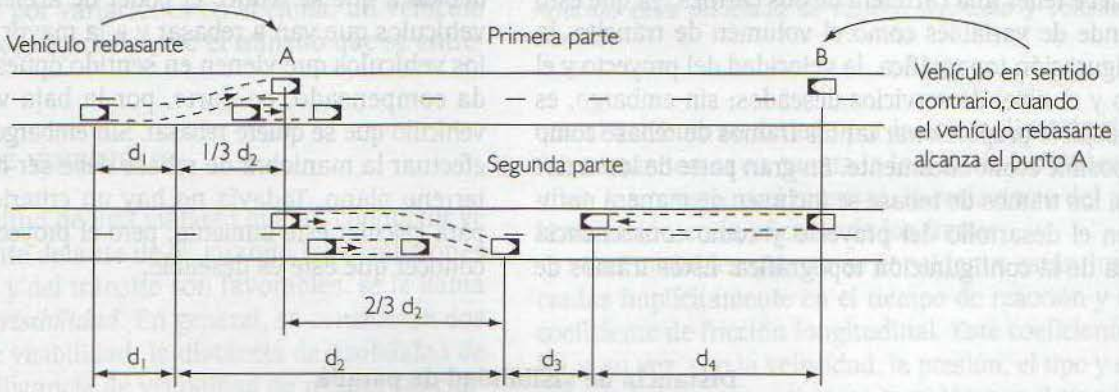
1. El vehículo que va a ser rebasado circula a velocidad uniforme, con magnitud semejante a la que adoptan los conductores en carreteras con volúmenes de tránsito intermedios.

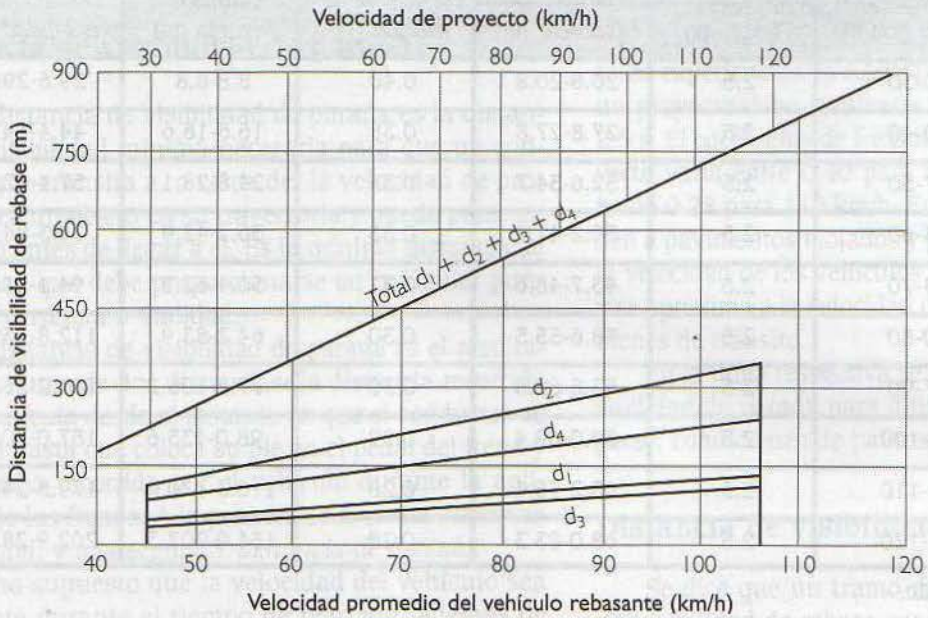
2. El vehículo que va a rebasar alcanza al vehículo que va a ser rebasado y ambos circulan a la misma velocidad, hasta que el primero inicia la maniobra de rebase.

3. Cuando se llega al tramo de rebase, el conductor del vehículo que va a rebasar percibe la nueva condición, y después de un tiempo reacciona acelerando su vehículo para iniciar el rebase.

4. El rebase se realiza bajo lo que puede llamarse "maniobra de arranque demorado y retorno apresura-

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE





do", pues cuando se ocupa el carril izquierdo para iniciar el rebase se presenta un vehículo en sentido contrario con igual velocidad que el vehículo rebasante. Aunque se acelera durante toda la maniobra de rebase se considera que mientras ocupa el carril izquierdo el vehículo rebasante tiene una velocidad cuyo valor es de 15 km/h mayor que la del vehículo rebasado.

5. Cuando el vehículo rebasante regresa a su carril, hay suficiente distancia entre él y el vehículo que viene en sentido contrario, por lo cual se considera que ambos viajan a la misma velocidad y que la distancia que recorre el vehículo que viene en sentido contrario es dos tercios de la distancia que ocupa el vehículo rebasante en el carril izquierdo.

En la figura anterior se ilustra la forma en que se efectúa la maniobra de rebase según las hipótesis anteriores. Se muestra también una gráfica con el resultado de los estudios realizados, donde se aprecian los valores de las diferentes distancias parciales y la suma de ellas, que corresponde a la distancia de visibilidad de rebase. Puede observarse que la distancia de visibilidad de rebase es casi siete veces la velocidad de proyecto en km/h y proporciona valores sumamente altos, razón por la cual en México se considera que los conductores efectúan las maniobras de rebase en forma menos conservadora que la representada por el modelo establecido por la AASHTO. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con base en un número limitado de observaciones, ha recomendado 500 m como límite para la distancia de visibilidad de rebase, a velocidad de proyecto de 110 km/h. Por otra parte, en el manual de la AASHTO se establece una distancia de rebase de 728 m para la misma velocidad y las especificaciones inglesas consideran que la distancia de rebase no debe ser menor que la distancia recorrida por un vehículo a la velocidad de proyecto de 16 s lo cual significa que para 110 km/h se tendrá una distancia de visibilidad de rebase de 490 m.

Medida y registro de la distancia de visibilidad

La distancia de visibilidad es un elemento que debe tenerse presente desde las etapas preliminares del proyecto. Al determinar gráficamente sobre los planos las distancias de visibilidad y anotarlas a intervalos frecuentes, el proyectista puede apreciar en conjunto todo el trazo y realizar un proyecto más equilibrado, con un mínimo de correcciones en la planta y el perfil.

Puesto que la distancia de visibilidad en la carretera cambiará rápidamente en tramos cortos se debe medir la distancia de visibilidad en los alineamientos horizontal y vertical y anotar la menor. En carreteras de dos carriles deben medirse las distancias de visibilidad de parada y rebase; en caminos de carriles múltiples únicamente la distancia de visibilidad de parada.

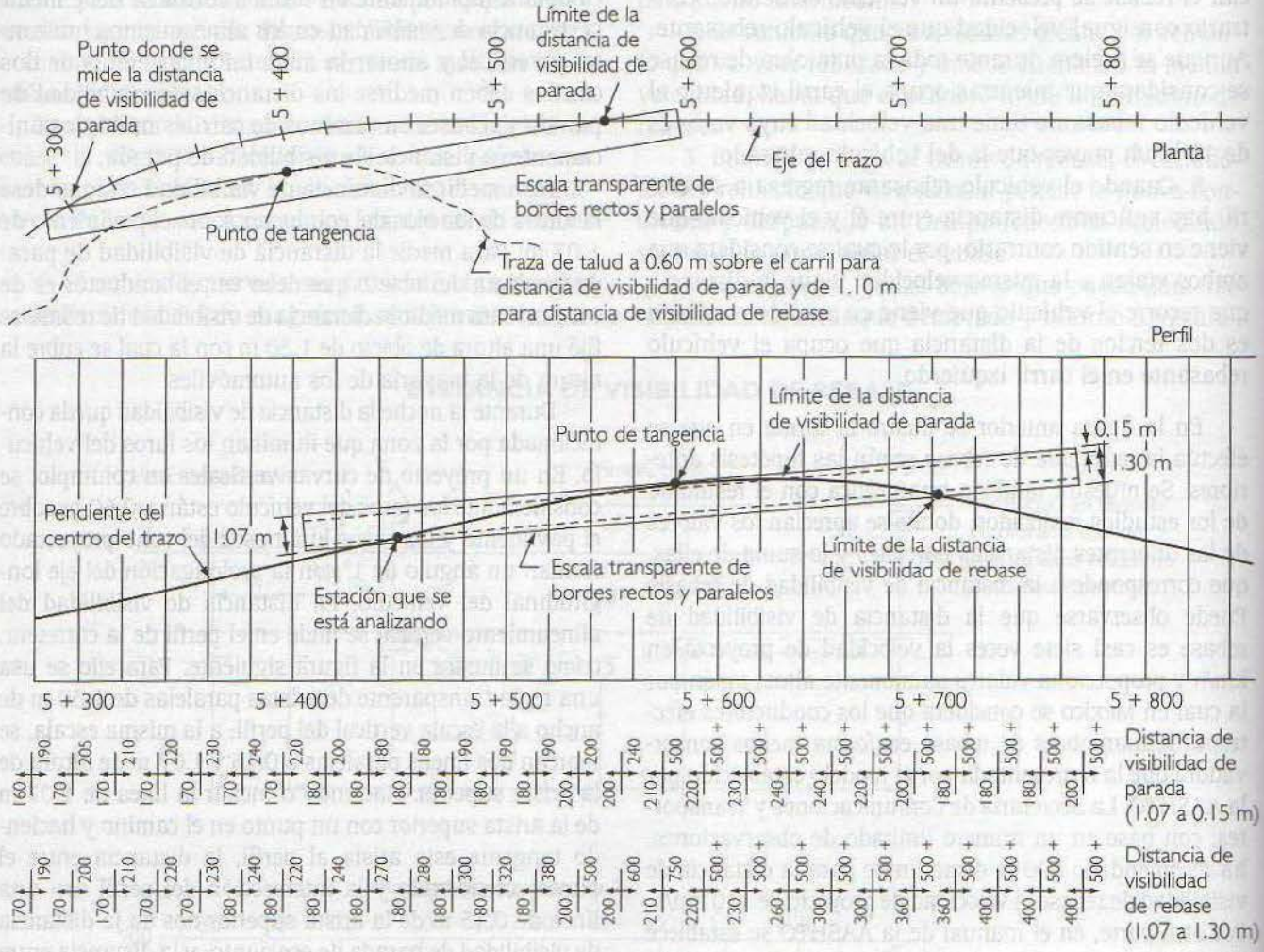
Para medir la distancia de visibilidad se considera la altura de los ojos del conductor sobre el pavimento de 1.07 m. Para medir la distancia de visibilidad de parada la altura del objeto que debe ver el conductor es de 0.15 m. Para medir la distancia de visibilidad de rebase se fijó una altura de objeto de 1.30 m con la cual se cubre la altura de la mayoría de los automóviles.

Durante la noche la distancia de visibilidad queda condicionada por la zona que iluminan los faros del vehículo. En un proyecto de curvas verticales en columpio, se considera que los faros del vehículo están a 0.60 m sobre el pavimento y los rayos luminosos del cono proyectado forman un ángulo de 1° con la prolongación del eje longitudinal del vehículo. La distancia de visibilidad del alineamiento vertical se mide en el perfil de la carretera, como se ilustra en la figura siguiente. Para ello se usa una regla transparente de aristas paralelas de 1.30 m de ancho a la escala vertical del perfil; a la misma escala, se marcan dos líneas paralelas a 0.15 y 1.07 m de altura de la arista superior. Haciendo coincidir la línea de 1.07 m de la arista superior con un punto en el camino y haciendo tangente esta arista al perfil, la distancia entre el punto considerado y la intersección del perfil con una línea de 0.15 m de la arista superior nos da la distancia de visibilidad de parada de ese punto; y la distancia entre el punto considerado y la intersección del perfil con la arista inferior de la recta nos da la distancia de visibilidad de rebase. Las distancias se miden horizontalmente.

En la parte inferior de esta figura se muestra un registro de las distancias de visibilidad en cada dirección por medio de cifras y flechas. Este registro debe aparecer en los planos del alineamiento vertical. Para evitar medir distancias de visibilidad muy largas se puede anotar un valor máximo seleccionado. En el ejemplo, las distancias de visibilidad mayores de 500 m se anotan como 500 +; la aproximación requerida en las mediciones es de 10 m.

Los registros de distancias de visibilidad son muy útiles para calcular la capacidad y/o el nivel del servicio, facilitan la verificación y revisión del proyecto y sirven de guía para señalar las zonas en donde deben prohibirse los rebases.

MEDIDA Y REGISTRO DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD SOBRE LOS PLANOS



REGISTROS (EN EL PERFIL)

Distancia de visibilidad en curvas horizontales

En las curvas horizontales, la altura del objeto no es un factor determinante en la distancia de visibilidad de parada. Cuando existe un obstáculo lateral, si el parámetro del obstáculo es vertical, todos los objetos de cualquier altura sobre la superficie de la carretera se pueden ver a la misma distancia. Cuando el obstáculo es el talud de un corte, la distancia de visibilidad se ve afectada por la altura del objeto, pero este efecto es tan pequeño para el rango de alturas considerado que podría eliminarse. Para ser consistentes con lo expresado anteriormente, la altura del ojo debe considerarse a 1.07 m sobre el pavimento, y la altura del objeto a 0.15 m. En los cortes, la visión es tangente al talud del corte a una altura de 0.60 m o 1.10 m, según se trate de analizar la distancia de visibilidad de parada o la de rebase.

La distancia de visibilidad en la parte interior de la curva está limitada por obstrucciones, tales como construcciones, cercas, bosques y taludes, los cuales deben ubicarse perfectamente en los planos. La visibilidad horizontal se mide con una regla transparente, como se ilustra en la parte superior de la figura medida y se registra la distancia de visibilidad sobre los planos.

La visión del conductor es tangente al obstáculo lateral; cuando ese obstáculo es el talud de un corte, la visión es tangente a la intersección o traza de la super-

ficie del talud con un plano paralelo a la corona y situado a cierta altura sobre ella. Esta altura se considera de 0.60 m para medir la distancia de visibilidad de parada, y de 1.10 m para medir la distancia de visibilidad de rebase. Estas cifras representan aproximadamente la altura medida entre la altura del ojo del conductor y la altura del obstáculo. Preferentemente, la distancia de visibilidad debe medirse entre puntos del eje del carril interior de la curva; sin embargo, en carreteras de dos carriles basta medirla sobre su propio eje.

Aplicaciones

Una carretera debe tener en toda su longitud una distancia de visibilidad por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada. Si la carretera tiene dos carriles y se desea un buen nivel de servicio, además de la visibilidad de parada, es necesario proyectar suficientes tramos con visibilidad de rebase. En consecuencia, los diferentes elementos geométricos de la carretera deben proyectarse de manera que cumplan con los requisitos de visibilidad.

Los elementos del alineamiento horizontal y vertical que interfieren con la visión del conductor son las curvas horizontales y las curvas verticales, respectivamente.

Una aplicación directa de la distancia de visibilidad del proyecto es determinar la longitud de las curvas verticales o la distancia a obstáculos laterales en curvas horizontales, de manera que un conductor que circule a la velocidad de proyecto tenga una distancia de visibilidad de parada o de rebase adecuada a esa velocidad.

Capacidad vial

El término se utiliza para expresar el número máximo de personas o vehículos que atraviesan determinado punto a determinada hora en condiciones normales de tránsito.

Medición de congestionamiento: En un sistema vial compuesto por la carretera, el tránsito que la utiliza y el grado de congestionamiento las dos primeras son medibles en unidades precisas, en tanto que la tercera es más difícil de determinar porque intervienen diversos indicadores, como la seguridad, la velocidad y el volumen de tránsito, entre otros. La densidad vehicular es el parámetro utilizado para describir las operaciones de tránsito, y se define como la proximidad de vehículos entre sí que afecta la libertad de maniobras dentro de una corriente de tránsito. De aquí que conforme aumenta la densidad de tránsito, decrece la velocidad de circulación. A bajas velocidades este efecto puede ser despreciable, pero a flujos máximos de tránsito el aumento de la densidad vehicular afecta seriamente la velocidad y disminuye el flujo de tránsito.

Relación entre congestionamiento y flujo de tránsito. El congestionamiento vehicular no quiere decir parar el flujo de tránsito; más bien se toma como una restricción o interferencia a un flujo normal. La velocidad de marcha promedio puede sostenerse con flujo de tránsito hasta aproximadamente 2200 automóviles por carril por hora, según estándares estadounidenses de la AASHTO, considerando el carril de 3.60 m. Pero en este nivel de densidad cualquier obstáculo que afecte el flujo de tránsito reduce la velocidad hasta que los vehículos empiezan a operar lentamente hasta llegar a la modalidad de circulación tipo alto y siga.

Niveles aceptables de congestionamiento. No hay un método para decidir cuál es el grado máximo de congestionamiento que puede ser aceptado como base en el diseño vial. Sin embargo, se presentan algunos criterios que deben considerarse:

a) La demanda del tránsito no debe exceder la capacidad vial, ni siquiera en cortos periodos de tiempo, sobre todo porque el tránsito no fluye uniformemente durante una hora continua. La demanda no debe exceder la capacidad de 2200 automóviles por carril por hora, se deben agregar carriles para que esta condición no se altere.

b) Las filas de entrada a una carretera o vía urbana rápida deben disiparse rápidamente dentro del carril de entrada, de otra manera la fila aumentará de longitud y acabará congestionándola. La tasa a la cual los vehículos pueden incorporarse en un carril se estima de 1550 a 1800 vehículos por carril por hora.

c) Se deberán ofrecer diversas alternativas de velocidad a los conductores, en relación con la longitud de su trayecto. Para viajes en autopista a 100 km/h, el rango de velocidad entre el vehículo más rápido y el más lento se estima en 25 km/h. Para viajes más largos pero a menor velocidad dentro de una ciudad, las diferencias entre velocidades son menores, alrededor de 10 km/h.

NORMAS DE ALINEAMIENTO

Un anteproyecto es el resultado del conjunto de estudios de relación funcional entre los diversos usos del suelo (*véase* cap. 2) adaptados a las condiciones topográficas de un terreno determinado.

Una vez obtenidos los planos, con curvas de nivel a una escala apropiada, se inicia el estudio para el trazo de la vialidad, considerando un número variable de alternativas de trazo, hasta seleccionar la más conveniente que se tomará provisionalmente de base para el trazo del eje de la vialidad, quedando así definidos los lineamientos horizontal y vertical.

Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno. Sin embargo, la selección de una línea de trazo y su adaptabilidad al terreno dependen del tipo y volumen de tránsito previstos durante la vida útil de la carretera, así como de la velocidad del proyecto.

Por consiguiente, una vez clasificada la vía y fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se debe buscar una combinación de alineamiento que se adapte al terreno, y que planimétrica y altimétricamente cumpla con los requisitos establecidos.

En muchas ocasiones algunos factores pueden llevar a forzar una línea. Entre ellos pueden citarse los requerimientos del derecho de vía, la división de las propiedades, el efecto de la vía proyectada sobre otras existentes, los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras o ferrocarriles, las previsiones para lograr un buen drenaje o la naturaleza geológica de los terrenos por donde pasará la carretera.

Estos factores y otros semejantes que pudieran establecerse influyen en la determinación de los alineamientos horizontales y verticales de la vialidad. Los alineamientos dependen mutuamente entre sí, por lo que deben guardar una relación que permita la construcción, con el menor movimiento de tierra posible y con el mejor balance entre volúmenes de excavación y terraplén que se produzcan.

Con frecuencia en nuestro medio el factor económico es determinante para el trazo de una carretera, sobre todo en zonas montañosas, por tanto no se procuran suficientes tangentes para maniobras de rebase, o estas tangentes son de corta longitud para la velocidad de proyecto. De aquí que en general estas carreteras de dos carriles resulten peligrosas, pues las maniobras de rebase se tienen que llevar a cabo en condiciones de alto riesgo, pues en general no se cumple la condición de distancia de visibilidad para rebase. Por esta razón nunca hay que comprometer las condiciones de visibilidad y seguridad en una carretera por la economía de su construcción, sino conciliar ambos factores para lograr los mejores resultados.

Del mismo modo, también por razones de economía malentendidas, es común en nuestro medio que no se prevea la ampliación de las carreteras de dos a cuatro carriles que se necesita realizar para atender el incremento en los volúmenes de tránsito que ocurren con el tiempo. Al no hacerlo conforme se necesita, se va propiciando el gradual congestionamiento de la carretera y la reducción de velocidad para la cual fue proyectada, lo que tiene por consecuencia un elevado costo económico por las miles de horas-hombre perdidas en transporte, y una mayor incidencia de accidentes por la reducción de las distancias de circulación entre vehículos. Si en nuestro medio la vida útil de una carretera puede llegar a 70, 100 años o más, es recomendable que desde el trazo inicial se establezcan los derechos de vía para cuatro carriles, y se consideren los espacios para desniveles, puentes y demás dispositivos que se realizarán a futuro. Por ello, es deseable llevar a cabo el trazo de la carretera inicial de dos carriles sobre un extremo de su derecho de vía para facilitar que las ampliaciones futuras se lleven a cabo sobre el otro extremo; y no como se llevan a cabo en la actualidad, en que la carretera de dos carriles va al centro del derecho de vía y al hacer su ampliación debe interrumpirse o desviarse el tránsito, lo cual es más inseguro para los conductores, técnicamente más limitado pues se debe mantener el trazo original aunque varíen las condiciones del terreno a los lados y más costoso por la ineficiencia en su construcción. Estos conceptos se reflejan en las siguientes normas generales para los alineamientos horizontal y vertical.

Normas generales para el alineamiento horizontal

Existen ciertas normas generales que están reconocidas por la práctica y que es importante considerar para lograr una circulación cómoda y segura, entre las cuales se destacan las siguientes:

1. La seguridad del tránsito es la principal prioridad del proyecto.

2. La topografía condiciona muy especialmente los radios de curvatura y velocidad del proyecto.
3. La distancia de visibilidad debe ser tomada en cuenta en todos los casos, porque con frecuencia la visibilidad requiere radios mayores que la velocidad en sí.
4. El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser consistente con la topografía.
5. Para una velocidad de proyecto dada, debe evitarse dentro de lo razonable el uso de la curvatura máxima permisible. El proyectista debe tender en lo general a usar curvas suaves, dejando las de curvatura máxima para las condiciones más críticas.
6. Debe procurarse un alineamiento uniforme que no tenga cambios bruscos en su desarrollo, por lo que deben evitarse curvas forzadas después de tangentes largas o pasar repentinamente de tramos de curvas suaves a otros de curvas forzadas.
7. En terraplenes altos y largos, sólo son aceptables alineamientos rectos o de muy suave curvatura, pues es muy difícil para un conductor percibir alguna curva forzada y ajustar su velocidad a las condiciones prevalecientes.
8. Debe evitarse el uso de curva compuesta, sobre todo donde sea necesario proyectar curvas forzadas. Las curvas compuestas se pueden emplear siempre y cuando la relación entre el radio mayor y el menor sea igual o menor de 1:5.
9. Debe evitarse el uso de curvas que presenten cambios de dirección rápidos, pues dichos cambios hacen difícil al conductor mantenerse en su carril, resultando peligrosa la maniobra. Las curvas inversas deben proyectarse con una tangente intermedia, la cual permite que el cambio de dirección sea suave y seguro.
10. Un alineamiento con curvas sucesivas en la misma dirección debe evitarse cuando existan tangentes cortas entre ellas, pero pueden proporcionarse cuando las tangentes sean mayores de 500 m.
11. Para anular la apariencia de distorsión, el alineamiento horizontal debe estar coordinado con el vertical.
12. En terrenos planos, es conveniente limitar el empleo de tangentes muy largas, pues la atención de los conductores se concentra durante largo tiempo en puntos fijos que motivan somnolencia, especialmente durante la noche, por lo cual es preferible proyectar un alineamiento ondulado con curvas amplias.

Normas generales para el alineamiento vertical

En el perfil longitudinal de una carretera, la subrasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. La posición de la subrasante depende principalmente de la topografía de la zona atravesada, pero existen otros factores que deben considerarse también:

1. La condición topográfica del terreno influye de diversas formas al definir la subrasante. Así, en terrenos planos la altura de la subrasante sobre el terreno es regulada generalmente por el drenaje. En terrenos de lomerío se adoptan subrasantes onduladas, las cuales convienen tanto en razón de la operación de los vehículos como por la economía de costo. En terrenos montañosos la subrasante es controlada estrechamente por las restricciones y condiciones de la topografía.
2. Debe darse preferencia a una subrasante suave con cambios graduales en lugar de una con numerosos quiebres y pendientes en longitudes cortas. Los valores de diseño son la pendiente máxima y la longitud crítica, pero la manera en que éstos se aplican y adaptan al terreno formando una línea continua determina la adaptabilidad y la apariencia del producto terminado.
3. Deben evitarse vados formados por curvas verticales muy cortas, pues el perfil resultante se presta para que las condiciones de seguridad y estética sean muy pobres.
4. Dos curvas sucesivas y en la misma dirección, separadas por una tangente vertical corta deben evitarse, particularmente en columpio donde la vista completa de ambas curvas verticales no es agradable. Este efecto es muy notorio en carreteras con aberturas espaciadas en el camellón central.
5. Un perfil escalonado es preferible a una sola pendiente sostenida, porque permite aprovechar

el aumento de velocidad previo al ascenso y el correspondiente impulso, pero, evidentemente, sólo puede adaptarse tal sistema para vencer desniveles pequeños o cuando no hay limitaciones en el desarrollo horizontal.

6. Cuando la magnitud del desnivel que se debe vencer o la limitación del desarrollo motiva largas pendientes uniformes, de acuerdo con las características previsibles del tránsito, es conveniente adoptar un carril adicional en la sección transversal para el ascenso de vehículos pesados.
7. Los carriles auxiliares de ascenso también deben ser considerados donde la longitud crítica de la pendiente está excedida y donde el volumen horario de proyecto excede 20% de la capacidad de diseño para dicha pendiente, en el caso de carreteras de dos carriles, y 30% en la de más carriles.
8. Cuando se trata de salvar desniveles apreciables, bien con pendientes escalonadas o largas pendientes uniformes, deberá procurarse disponer las pendientes más fuertes al comenzar el ascenso.
9. Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos de camino con pendientes de moderadas a fuertes es conveniente reducir la pendiente a través de la intersección; este cambio en el perfil es benéfico para todos los vehículos que den vuelta.

Combinación de los alineamientos horizontal y vertical

Los alineamientos horizontal y vertical no deben ser considerados independientes del proyecto, puesto que se complementan el uno al otro. Si uno de los dos alineamientos presenta partes pobremente proyectadas, éstas influyen negativamente tanto en el resto de ese alineamiento como en el otro. Por tal motivo, deben estudiarse en forma exhaustiva ambos alineamientos, tomando en cuenta que la bondad en su proyecto incrementará su uso y seguridad.

Si se supone que la localización general ha sido realizada y que el problema restante es lograr un proyecto armónico entre los alineamientos horizontal y vertical, y que obtenido éste la vialidad resulta económica, agradable y segura, se tendrá que la velocidad del proyecto adquiere mayor importancia, puesto que en el cálculo es el parámetro que logra el equilibrio buscado.

Las combinaciones apropiadas de los alineamientos horizontal y vertical se logran por medio de estudios de ingeniería y en concordancia con las siguientes normas generales:

1. La curvatura y la pendiente deben estar balanceadas. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes o largas, o bien una curvatura horizontal excesiva con pendientes suaves corresponden a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos ofreciendo lo máximo en seguridad, capacidad, velocidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y del área atravesada.
2. La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal o viceversa generalmente da como resultado una vía más agradable a la vista, pero debe ser analizada tomando en cuenta el tránsito. Cambios sucesivos en el perfil que no están en combinación con la curvatura horizontal pueden tener como consecuencia una serie de jorobas visibles al conductor desde cierta distancia. Sin embargo, en ocasiones la combinación de los alineamientos horizontal y vertical puede también resultar peligrosa bajo ciertas condiciones, que se discuten enseguida.
3. No deben proyectarse curvas horizontales forzadas o cerca de una cima, o una curva vertical sobre una cresta pronunciada. Esta condición es peligrosa porque el conductor no puede percibir el cambio en el alineamiento horizontal, especialmente en la noche, porque las luces de los automóviles alumbran hacia delante en el espacio y en la línea recta. El peligro puede anularse si la curvatura horizontal se impone a la vertical, por ejemplo, construyendo una curva horizontal más larga que la curva vertical. También puede lograrse usando valores de proyecto mayores que los mínimos.
4. De la misma manera, no deben proyectarse curvas horizontales forzadas en o cerca del punto bajo de una curva vertical en columpio, porque la carretera da la impresión de estar cortada. Cuando la curva horizontal es muy suave pre-

senta una apariencia de distorsión indeseable. Muchas veces la velocidad de otros vehículos, especialmente las de los camiones de carga, es alta al final de las pendientes (en bajada) y pueden conducir a operaciones erráticas, especialmente durante la noche.

5. En carreteras de dos carriles, la necesidad de tramos para rebasar a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable de su longitud influyen en la combinación de ambos alineamientos. En estos casos es necesario proporcionar suficientes tangentes largas, para asegurar la distancia de visibilidad de rebase.
6. En las intersecciones donde la distancia de visibilidad a lo largo de ambas carreteras es importante y los vehículos tienen que disminuir su velocidad o parar, la curvatura horizontal y el perfil deben proyectarse con la mayor suavidad posible.
7. En carreteras divididas por camellón central se pueden emplear diferentes combinaciones de alineamientos horizontal y vertical para cada sentido de circulación, eso si la anchura de la faja separadora central lo permite.

La coordinación entre los alineamientos horizontal y vertical debe iniciarse en la etapa de anteproyecto, donde pueden realizarse los ajustes correspondientes mediante estudios exhaustivos. El proyectista deberá utilizar planos de trabajo del tamaño y escala que requiera el estudio; generalmente para la planta se utiliza la escala 1:2000 con curvas de nivel cada dos metros, y para el perfil se usan dos escalas: la horizontal 1:2000 y la vertical 1:200. En este último plano se acostumbra representar en la parte superior el alineamiento horizontal, con el fin de facilitar el estudio de la coordinación entre ambos alineamientos.

CRITERIOS DE TRAZO VIAL URBANO

La estructura vial de una ciudad puede ser concebida como un conjunto de subsistemas funcionales, cada uno de los cuales es representado por el flujo vehicular en sus arterias (*véase* cuadro de "Jerarquía vial", p. 211). El objetivo es procurar que cada arteria urbana funcione para el tipo y volumen de tránsito para el cual ha sido diseñada, y hacer eficientes los largos desplazamientos intraurbanos así como reducir puntos de congestionamiento en intersecciones. Pero en nuestro medio, la incipiente aplicación de los planes urbanos conlleva a que conforme se expande la ciudad, la vieja estructura urbana se tenga que ir adaptando a los cambios e intensidades de usos del suelo que suceden en el tiempo, y por ende las calles cambien de función sin poder hacerlo en su derecho de vía, lo que produce saturación de su capacidad y congestionamiento en intersecciones.

De aquí que, adicionalmente a la normatividad mencionada con anterioridad, sea recomendable observar los siguientes criterios generales para el diseño vial dentro de la ciudad:

1. Referirse al plan urbano actualizado de la ciudad, y mantener los usos e intensidades de uso del suelo así como la función de las arterias de la ciudad propuestas en la elaboración del proyecto urbano. El proyecto debe *proponer una clara jerarquía vial interna*.
2. Si el plan urbano propone una *avenida primaria* en la proximidad o atraviesa el terreno en donde se lleva a cabo el proyecto urbano, habrá que analizar las implicaciones funcionales que esto trae consigo. Es imperativo que la propuesta vial primaria del proyecto le dé continuidad a la existente, para lo cual habrá que analizar el efecto que mayor volumen de tránsito del proyecto urbano tendrá sobre la avenida primaria existente, y diseñar la sección y dispositivos viales que resuelvan los previsibles conflictos de tránsito. Por la longitud que tiene la vialidad primaria en la ciudad, con frecuencia no es posible mantener la misma sección en toda su longitud. Cuando este sea el caso, para mantener la fluidez vehicular y evitar accidentes que ocasionan los cambios en los números de los carriles, es recomendable que *todos* los carriles mantengan la *continuidad en toda la extensión* y que los "ajustes" en los anchos de las secciones se hagan sobre los camellones, banquetas y franjas de estacionamiento. Si no se dispone de suficiente terreno para llevar a cabo la sección vial requerida, se puede recurrir a diseñarla como *pares viales* (uno por sentido), lo cual posibilita aumentar su capacidad vehicular con el tránsito de un sentido y hacerla más eficiente y segura pues se reducen a la

mitad las maniobras de vueltas en cada esquina.

3. Resuelta la continuidad de avenidas primarias, el eje estructurador del proyecto urbano es realmente la *vía secundaria* que funciona como corredor urbano de servicios y distribuye a los residentes en los distintos barrios o áreas del proyecto. Las intersecciones de esta secundaria con la avenida primaria de la ciudad son de crucial importancia para la funcionalidad del proyecto urbano, porque en estos puntos se concentran las entradas y salidas de todos sus residentes.
4. Dependiendo del tamaño del proyecto urbano es recomendable subdividirlo en barrios, por ejemplo cada uno de 5 mil a 10 mil habitantes, aproximadamente. Esta población genera la demanda para un centro de barrio, el cual además propicia un lugar de encuentro, comunicación e identidad entre la comunidad. Las *calles locales* pueden tener diferente trazo y sección dependiendo de las expectativas del mercado y de la imagen urbana propuesta, sin que interfieran demasiado con la funcionalidad del conjunto urbano.

EL PEATÓN

Peatón es cualquier persona que anda a pie, y debe ser estrechamente considerado en el diseño urbano, especialmente en zonas de congestionamiento vehicular en donde su presencia es importante para mantener las actividades locales y el comercio. El diseño para la circulación peatonal se refiere a banquetas, cruces en esquinas, pasos a desnivel y dispositivos de control vehicular.

Características físicas del peatón

Habrá que tener en cuenta las dimensiones del peatón para el adecuado diseño de banquetas. El hombre adulto mide en promedio 525 mm de ancho y 330 mm de espesor; aunque para efectos de diseño se considera una elipse de 600 mm de ancho y 450 mm de espesor.

Velocidad caminando

El peatón camina a una velocidad de 0.8 a 1.8 m/s siendo el promedio de 1.2 m/s, aunque personas mayores, inválidos, mujeres embarazadas y niños caminan más lentamente. Se considera que la separación adecuada para una circulación fluida entre peatones debe ser de un paso. Pero también la velocidad disminuye de acuerdo con los obstáculos que se presentan en las banquetas, como parquímetros, hidrantes contra incendio, kioscos de periódicos, basureros, baches y demás. Se podría considerar que estos obstáculos representan alrededor de 0.50 m más, entonces habrá que agregar otros 0.50 m para aquellos peatones que se paran a ver aparadores obstaculizando la circulación peatonal.

Hay muchos elementos que se deben considerar para dimensionar las banquetas, dependiendo no sólo de la velocidad peatonal y los obstáculos, sino también de sensaciones de comodidad y espacios para realizar maniobras.

La velocidad al caminar decrece conforme aumenta la densidad peatonal. Se estima que en promedio una persona por metro cuadrado puede mantener una velocidad de 72 m por minuto; pero dos personas por metro cuadrado cubren 55 m/min, y tres personas por metro cuadrado apenas mantienen una velocidad de 30 m/min cuando se presentan interferencias entre ellos. De aquí que la AASHTO (1994, p. 102) recomienda basar su diseño por "niveles de servicio", que son

- "A" propone 12 m^2 por persona, con amplio espacio para la libre circulación.
- "B" establece un rango de 4 a 12 m^2 por persona, con lo cual el peatón está consciente de la presencia de otros peatones.
- "C" de 2 a 4 m^2 por persona, los peatones tienen que hacer cambios menores a su velocidad y dirección de circulación.
- "D" de 1.5 a 2 m^2 por persona, se restringe la velocidad y rebase a otros peatones.
- "E" de 0.5 a 1.5 m^2 por persona, dificulta la circulación y con frecuencia hay contacto y empujones con otros peatones.

Dimensiones de banquetas

Como criterio general se considera que el ancho mínimo libre de la banqueta debe ser de 0.60 m, para la circulación de una persona y se amplía en ese múltiplo dependiendo de la circulación peatonal estimada: desde

1.20 m en zonas habitacionales de baja densidad hasta 2.40 y 3.00 m (o más) en zonas céntricas y de alta densidad. Es importante que la circulación peatonal en banquetas quede libre de obstáculos.

Cruces peatonales

En esquinas y cruces peatonales hay una gran interrupción del tránsito peatonal, por lo que la banqueta deberá procurar suficiente superficie de "almacenaje" de peatones parados que van a cruzar, para no interrumpir la circulación de aquellos peatones que van de paso. Es recomendable que las franjas rayadas pintadas sobre el pavimento (que indican el cruce peatonal en las intersecciones viales) sean de por lo menos 3.00 m de ancho para facilitar el cruce en dos sentidos de peatones. Si la vialidad primaria es de cuatro o seis carriles, y tiene carriles para vuelta a la izquierda, es deseable que haya un pequeño camellón al centro de por lo menos 0.60 m, que sirva como protección para que los peatones la puedan cruzar en dos tiempos.

PARADA DE AUTOBÚS

En nuestro medio, el transporte público es la más importante modalidad de desplazamiento masivo terrestre. Los siguientes son los criterios comúnmente aceptados en el diseño de paradas.

Casetas de paradas

Las plataformas en donde el peatón aborda el autobús deben tener por lo menos 1.50 m de ancho, aunque el recomendable sea de 1.80 m, colocando casetas cubiertas para hacer la espera más agradable. El largo de las casetas varía dependiendo de la capacidad estimada de espera de pasajeros, considerando a razón de 0.30 a 0.50 m^2 por persona. En general las casetas llevan una banca para un cupo de seis personas sentadas, aunque debe preverse espacio para personas que esperan de pie.

Andén de parada

El andén del autobús, debe tener 6.60 a 7.80 m de longitud (por autobús), con un ancho mínimo de 3.00 m (3.60 m recomendable). Con objeto de facilitar la maniobra de aproximación en la llegada, la carga de pasajeros y nuevamente la incorporación del autobús a la corriente vehicular es recomendable que el andén tenga el doble de longitud.

Ubicación de paradas

Las paradas remetidas de autobuses sirven para sacar los autobuses de los carriles de circulación en maniobras de carga y descarga de pasajeros y evitar el entorpecimiento del flujo vial, especialmente en horas pico. Las paradas de autobús deben ubicarse *próximas* a las esquinas sin interferir con las bandas de cruces peatonales. Para ello, es recomendable que las paradas de autobús estén por lo menos 6.00 m alejadas de las esquinas. Para no obstaculizar la fluidez de tránsito vehicular, las paradas de autobuses deben localizarse *fuera* del carril de lenta circulación, y para ello deben emplearse las franjas laterales de estacionamiento y el remetimiento de banquetas.

Espaciamiento de paradas

Las paradas de autobuses deben tener un espaciamiento *regular* de 200 a 400 m, por línea de autobús, alternando las paradas de diferentes rutas en diferentes esquinas, para evitar el congestionamiento que se produce cuando todas las rutas se paran en todas las esquinas. *El estacionamiento de vehículos debe quedar prohibido en esquinas y en la proximidad de las paradas* para facilitar las maniobras de los autobuses.

Carriles de circulación para transporte público

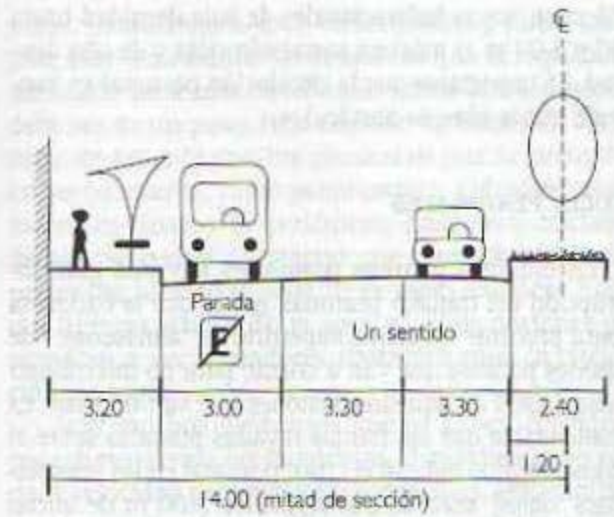
La práctica común es que los autobuses circulen por el carril de lenta velocidad dentro de las arterias urbanas, mezclándose con el resto del tránsito vehicular, en zonas de mediana o baja densidad. Sin embargo, es recomendable en zonas densamente pobladas o muy comerciales, establecer carriles sólo para la circulación de autobuses y discentivar el uso del automóvil, para facilitar el desplazamiento masivo de usuarios.

SECCIONES VIALES (EJEMPLOS)

Avenida primaria o principal

Su propósito es estructurar funcionalmente a la ciudad, para permitir desplazamientos vehiculares y de transporte público de un extremo a otro. La sección varía dependiendo de la carga vehicular estimada a presente y a futuro. Por los largos recorridos, los carriles para el transporte público y paradas de autobuses son prioritarios.

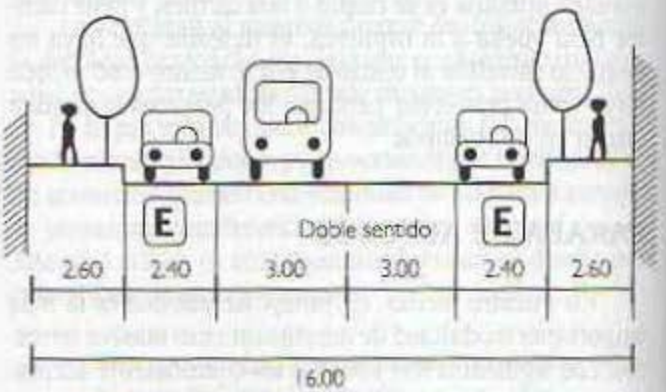
La sección típica consiste en seis carriles de circulación en total, cuatro carriles para circulación vehicular (3.30 m) con camellón al centro (mínimo 0.60 a 2.40 m para procurar carril adicional para vuelta a la izquierda), y un carril lateral exclusivo para transporte público (3.30 m). Son recomendables banquetas anchas (3.00 m o más) en zonas céntricas, para favorecer la circulación peatonal. El estacionamiento lateral está prohibido. Esta sección varía de 24 a 28 m.



Vía secundaria o colectora

Se desprende de las avenidas primarias y su función es dar acceso al interior de los distritos residenciales, comerciales o industriales que conforman la ciudad. Porque todos los residentes de los distritos circulan por estas colectoras se convierten en corredores urbanos, en los que hay gran dinámica de comercios y servicios locales.

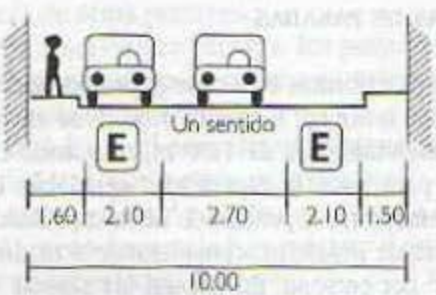
La sección típica consiste en dos carriles al centro (3.00 m), uno por sentido, con una o dos franjas laterales de estacionamiento (2.40 m). Las banquetas deben tener un mínimo de 1.80 m, ya que con frecuencia son utilizadas por el comercio ambulante. En ocasiones llegan a congestionarse, por lo que entonces lo recomendable es convertirlas en un solo sentido, y buscar un par vial por una de las calles paralelas. Esta sección varía de 14 a 16 m.



Calle local o de penetración

Vías destinadas únicamente para el tránsito local de acceso a las viviendas. Debe evitarse el tránsito de paso del transporte público, porque cambiará el carácter habitacional de la calle por uno comercial. Los residentes caminan desde las vías colectoras hasta sus viviendas.

Por la carencia de áreas de juego y de convivencia dentro de los distritos, es frecuente que las calles sean utilizadas para juego y usos comunitarios. Una sección característica es de un carril de circulación al centro de uno o dos sentidos (2.70 m) con una o dos franjas laterales de estacionamiento alterno (2.10 m). Las banquetas son de 1.80 m o menores. Esta sección varía de 8 a 10 m.



Jerarquía vial

1. **Carretera regional o autopista**

Función: comunicación entre ciudades y poblados de cada región
Velocidad: 110 km/h
Espaciamiento: variable
Observaciones: alambrado lateral con control de acceso (con o sin cuota) muy espaciados. Sólo debe conectarse con vías rápidas o primarias de ciudad. Acotamiento lateral en toda su longitud (del mínimo 0.60 m al recomendable de 1.80 a 2.40 m). Debe dejarse un derecho de vía constante para prever futuros pasos a desnivel y ampliación de carriles
Derecho de vía: 50-100 m
Ancho de carril: 3.60 m
Secciones típicas: dos sentidos
- 4 carriles, 2 franjas laterales de acotamiento, camellón variable — 50-100 m
- 4 carriles, 2 franjas de acotamiento, barrera central (1.00 m) — 50-100 m
- 2 carriles, 2 franjas de acotamiento, raya pintada central — 50-100 m

2. **Circuito o eje urbano rápido**

Función: intercomunicación entre zonas distantes de ciudad
Velocidad: 80 km/h
Espaciamiento: 2 a 5 km dependiendo de escala de ciudad
Observaciones: accesos restringidos hacia vías primarias, pasos a desnivel con accesos espaciados, calles laterales de servicio, sin estacionamiento lateral
Derecho de vía: 30-50 m
Ancho de carril: 3.30 m de alta velocidad (3.45 m recomendable, para permitir circulación fluida de vehículos pesados)
Secciones típicas: dos sentidos. En cada sentido los carriles de alta velocidad van separados de los carriles de baja velocidad. Sin estacionamiento lateral
- 6 carriles centrales (3.45 m), barrera central, 4 carriles laterales (3.30 m), banquetas laterales (2.40 m) — 40-50 m
- 4 carriles centrales, barrera central, 4 carriles laterales, banquetas laterales — 30-40 m

3. **Arteria primaria o avenida urbana**

Función: sistema de arterias principales que estructuran funcionalmente a *toda* la ciudad
Velocidad: 60 km/h
Espaciamiento: 1-2 km dependiendo de escala de ciudad
Observaciones: la intersección de dos vías primarias requiere carriles para vuelta a la izquierda, por lo que debe preverse un camellón central que lo permita (mínimo de 2.40 m). Cuando el camellón es angosto habrá que alternar vueltas a lo largo de la avenida o derivarlas a través de calles laterales con vueltas a la derecha. El carril derecho es de lenta velocidad usualmente para circulación del transporte público, de largos recorridos, que comunica zonas extremas de la ciudad. Una banqueta amplia permite su ensanchamiento para las paradas de autobús
Derecho de vía: 16-28 m
Ancho de carril: 3.00 m (3.30 m recomendable, para permitir circulación fluida de autobuses)
Secciones típicas: de uno o dos sentidos, generalmente sin estacionamiento lateral
- 6 carriles, dos sentidos, camellón central, banquetas laterales (2.40 m), sin estacionamiento — 20-28 m
- 4 carriles, dos sentidos, camellón central variable, estacionamiento lateral (2.40 m), banquetas laterales — 18-24 m
- 4 carriles, un sentido, sin camellón, sin estacionamiento lateral, banquetas laterales — 16-18 m

4. **Vialidad secundaria o colectora**

Función: arterias interiores colectoras de cada zona o distrito de la ciudad
Velocidad: 40 km/h
Espaciamiento: 0.5 a 1 km dependiendo de escala de ciudad
Observaciones: calles por las que circula el transporte público local dentro de las colonias y barrios, de mediano a corto recorridos y que las comunica con los centros de barrio o subcentros urbanos de la ciudad. Son corredores urbanos locales que le dan identidad a cada zona. Suprimir franja de estacionamiento en esquinas para dar cabida a paradas de transporte público
Derecho de vía: 12 a 16 m
Ancho de carril: 3.00 m (3.30 m recomendable, para permitir la circulación de autobuses, camiones repartidores y de servicio)
Secciones típicas: de uno o dos sentidos, con o sin estacionamiento lateral de 2.40 m para automóviles y 2.70 m para zonas de carga y descarga
- 2 carriles, dos sentidos, 2 franjas de estacionamiento, 2 banquetas (1.80 m mínimo) — 14-16 m
- 2 carriles, un sentido, 1 franja de estacionamiento, 2 banquetas laterales — 12-14 m
- 1 carril, 1 sentido, 2 franjas de estacionamiento, 2 banquetas laterales — 12-14 m

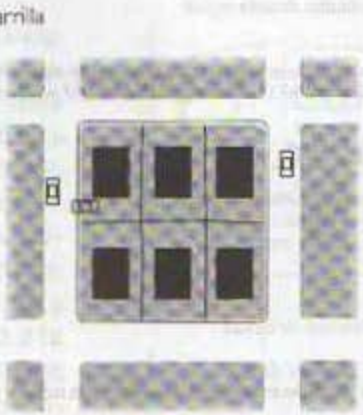
5. **Calle local o de penetración**

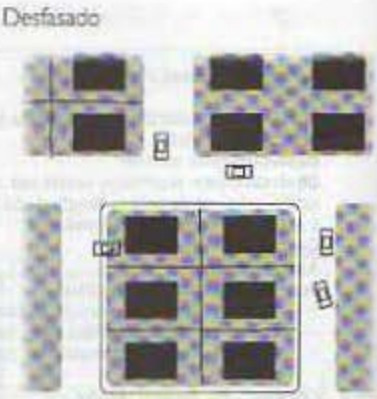
Función: dar acceso a viviendas
Velocidad: 20 km/h
Espaciamiento: 40 a 150 m
Observaciones: propiciar sólo tránsito local y evitar tránsito de paso, ya que con frecuencia las calles son utilizadas como áreas de juegos por niños o de reunión por los vecinos
Derecho de vía: 8 a 12 m
Ancho de carril: mínimo 2.70 m (3.00 m recomendable)
Secciones típicas: de uno o dos sentidos, con estacionamiento lateral alterno
- 2 carriles, 2 sentidos, 1 franja de estacionamiento, (mínimo 2.10 m), 2 banquetas (1.20 m) — 10-12 m
- 1 carril, 2 sentidos, 2 franjas de estacionamiento lateral alterno, 2 banquetas — 8-10 m
- 1 carril, 1 sentido, estacionamiento lateral alterno, banquetas mínimas (0.60 m) — 8 m

Sistema cuadrícula

Este sistema se emplea en calles separadas regularmente, en terrenos planos o ligeramente inclinados. Resulta una solución pobre en vistas y muy monótona. Propicia el descuido en la jerarquía de calles y confusión en la circulación.

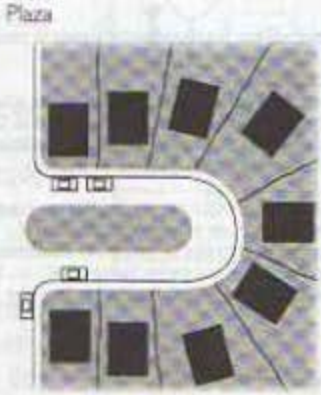
Pero podrá dar resultados óptimos si se adapta a la topografía y a la orientación, y se propone variedad en el tamaño de las manzanas.

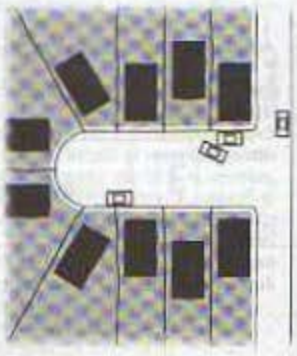




Sistema radial

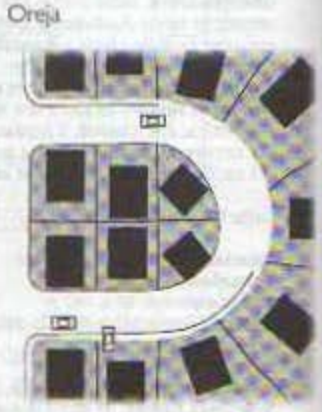
Dirige el flujo hacia un centro común de interés o de actividad, que resulta difícil de manejar por la concentración de circulación. No es fácilmente adaptable al cambio. Se pueden añadir anillos concéntricos que serán útiles para mejorar la fluidez de circulación.





Sistema lineal

Conecta flujos de circulación entre dos o más puntos. Si el movimiento a través de su longitud se congestiona, la circulación se bloquea. Una adaptación para este problema pueden ser las orejas o *loops* a cada lado de la arteria principal, que sirven para aliviar el tránsito de la arteria central.



Sistema curvilíneo

Tiene la ventaja de adaptarse más fácilmente a la topografía. Es un sistema relacionado con el tránsito en nivel local y puede tener variedad de calles y alineamientos.

La solución de cul-de-sac permite un tránsito vehicular lento (con longitud máxima de 150 m). Permite variedad de vistas por la adaptación a la topografía.

Sección transversal

La sección transversal de una carretera o avenida en un punto cualquiera es un corte vertical perpendicular al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección, en relación con el terreno natural.

La **corona** es la superficie de camino terminado que queda comprendido entre los hombros del camino y los interiores de la cuneta. Los elementos que definen la corona son los siguientes:

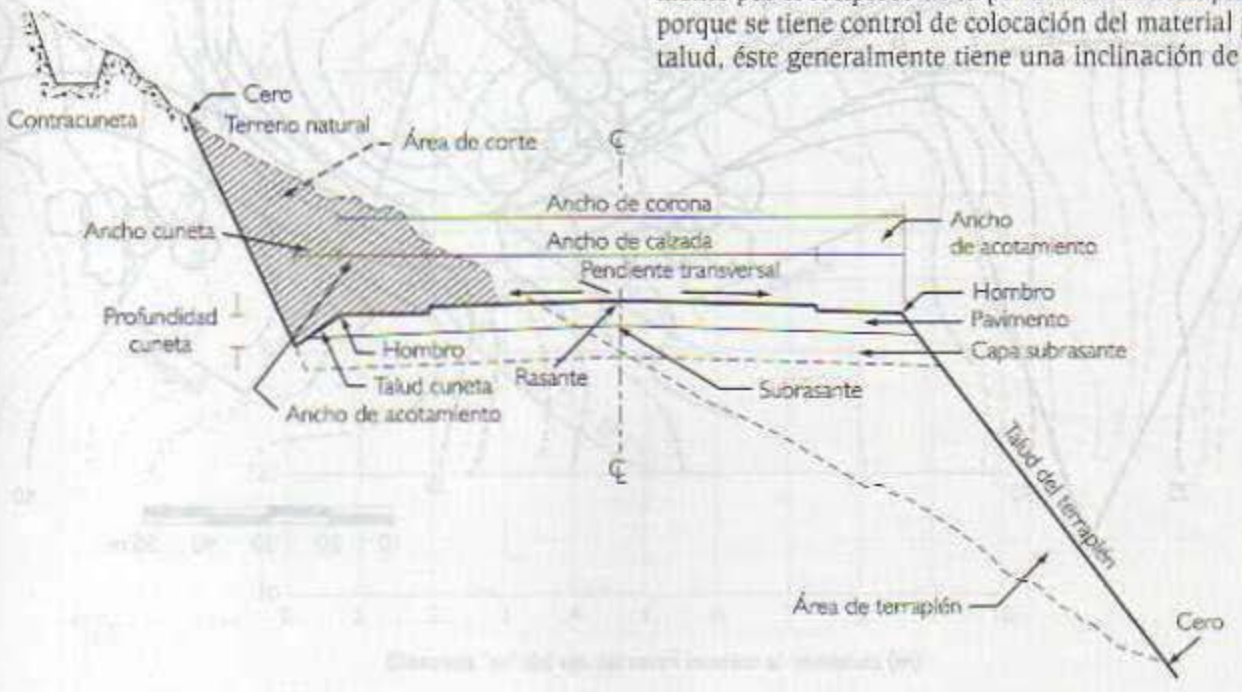
- La *rasante*: que es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino.
- La *pendiente transversal*: que es la pendiente dada a la corona perpendicular a su eje. En la práctica, la pendiente transversal es generalmente de 2 % en pavimentos de carpeta asfáltica (la pendiente varía de acuerdo con la rugosidad del pavimento) y ésta tiene por objeto evitar encharcamiento de agua sobre la corona.
- La *calzada*: parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y está constituida por uno o más carriles.
- Los *acotamientos*: fajas contiguas a la calzada comprendidas entre sus orillas y los hombros del camino.

La **subcorona** es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En la sección transversal es una línea. Está compuesta por:

- La *subrasante*: proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, está determinada por el espesor del pavimento.
- La *pendiente transversal*: debe ser la misma que la de la corona para mantener uniforme el espesor del pavimento.
- El *ancho*: distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, la cuneta o el corte.

Las **cunetas y contracunetas** son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal. Aunque en vías urbanas éstas son sustituidas por bocas de tormenta para el desagüe pluvial, en terrenos con pendientes resulta indispensable (como se indica en el croquis) considerarlas. Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno y otro lados de la corona. Normalmente tienen sección triangular con un ancho de 1.00 m y su talud es de 3:1. Las contracunetas son zanjas de sección trapezoidal que se excavan arriba de la línea cero de un corte para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

Los **taludes** son una inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes expresados numéricamente por el recíproco de la pendiente. En terraplenes, porque se tiene control de colocación del material para talud, éste generalmente tiene una inclinación de 1:5.



Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que lo integran son las tangentes, curvas circulares y las curvas de transición.

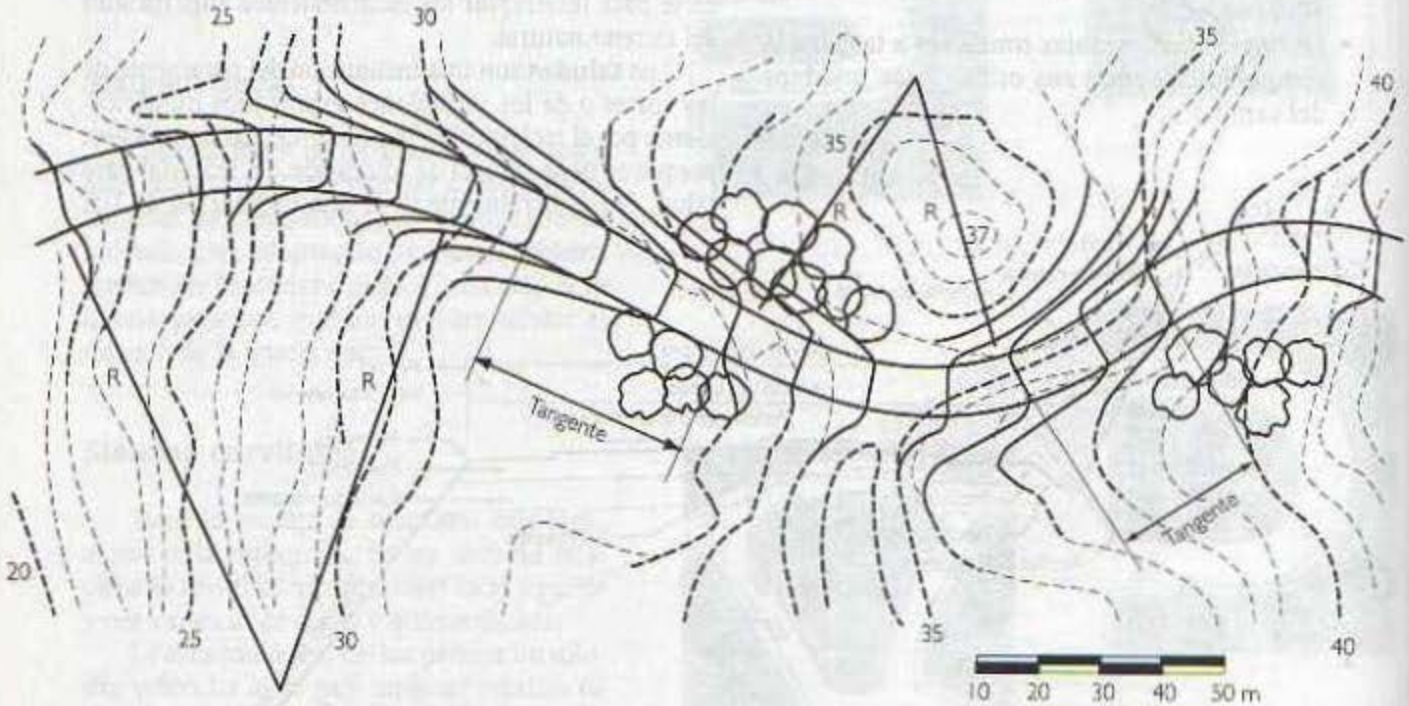
Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes debido a la somnolencia que produce al conductor mantener su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche. Por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

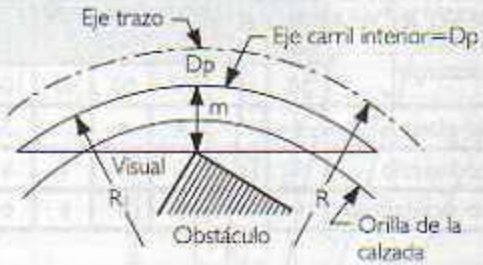
La longitud mínima de la tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco del círculo o de dos o más sucesivos y de diferente radio.

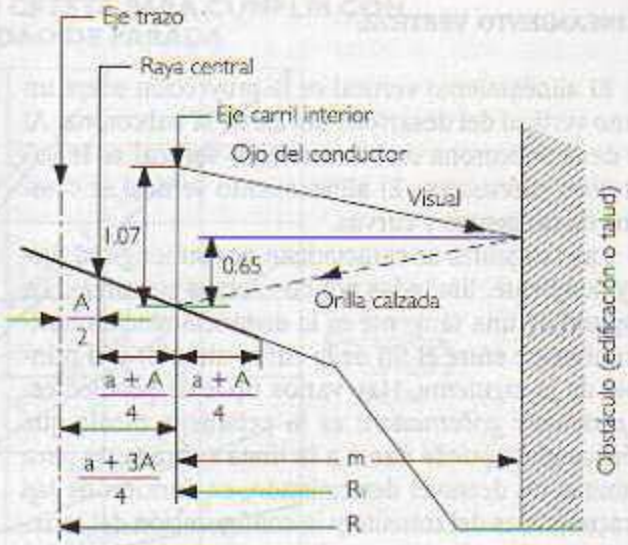
Las curvas de transición se utilizan cuando un vehículo que pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesarias. Las curvas de transición ligan la curva circular con las tangentes, tienen como principal característica que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio de radio de curvatura.

Las curvas de alineamiento horizontal que parcial o totalmente tengan obstáculos en su parte interior y limiten la distancia de visibilidad, deben considerar que la curva cuando menos debe ser equivalente a la distancia de visibilidad de parada, tal como se indica en la gráfica lateral.

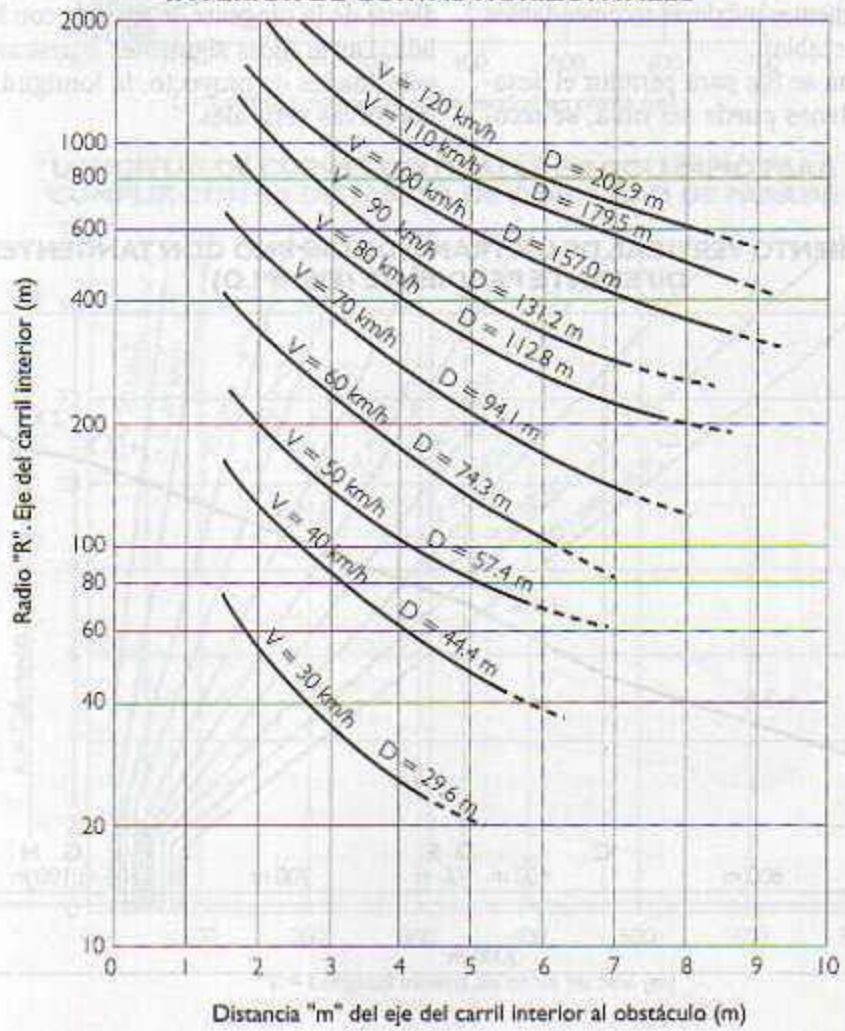




a = ancho de la calzada en tangente (m)
A = ampliación en la curva (m)
Dp = distancia de visibilidad de parada (m)
V = velocidad del proyecto (km/h)



DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD DE PARADA EN EL INTERIOR DE CURVAS HORIZONTALES



Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama *línea subrasante*. El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas.

Las tangentes se caracterizan por su longitud recta y pendiente, limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. Hay varios tipos de pendientes: la *pendiente gobernadora* es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno. La *pendiente máxima* es la mayor pendiente que se permite en el proyecto, determinada por el volumen y la composición del tránsito así como por la configuración del terreno. Las pendientes máximas recomendables en carreteras son (*véase* tabla).

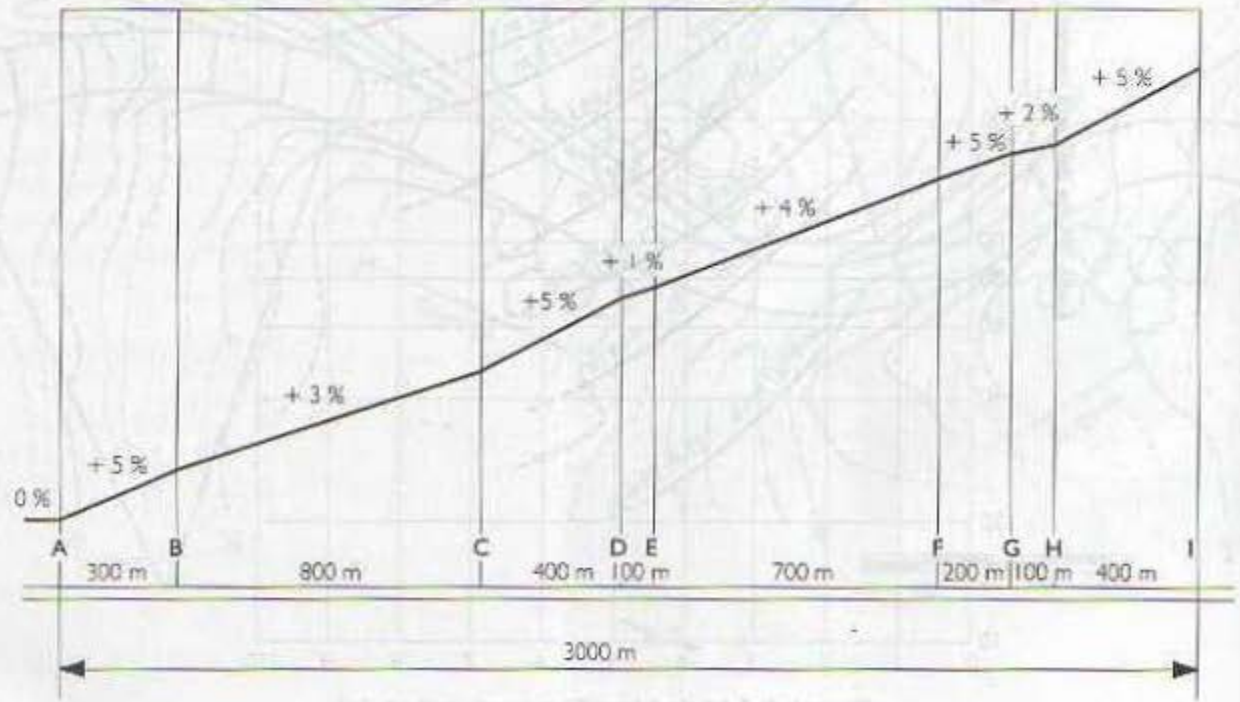
Alineamiento vertical (porcentaje)	*Velocidad del proyecto (km/h)*						
	50	60	70	80	90	100	110
Terreno plano	6	5	4	4	3	3	3
Terreno lomerío	7	6	5	5	4	4	4
Terreno montañoso	9	8	7	6	6	6	5

La pendiente mínima se fija para permitir el desagüe. Aunque en terraplenes puede ser nula, se recomienda una pendiente mínima de 0.5% para garantizar un buen funcionamiento.

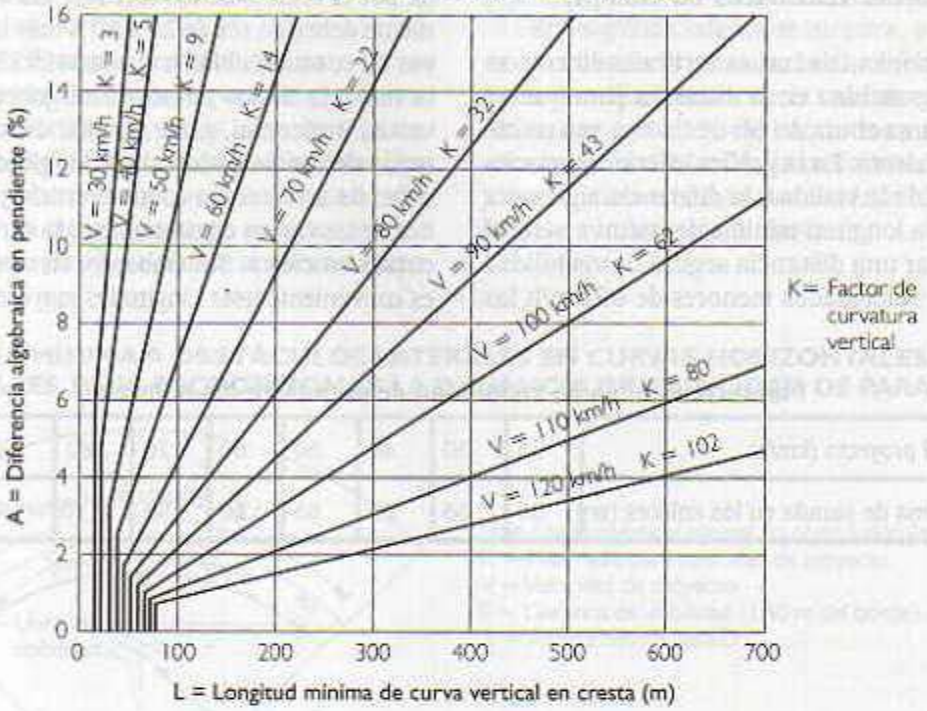
La longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad, más allá del límite previamente establecido.

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada con la tangente de salida. Las gráficas siguientes muestran, para diferentes velocidades de proyecto, la longitud que deben tener las curvas verticales.

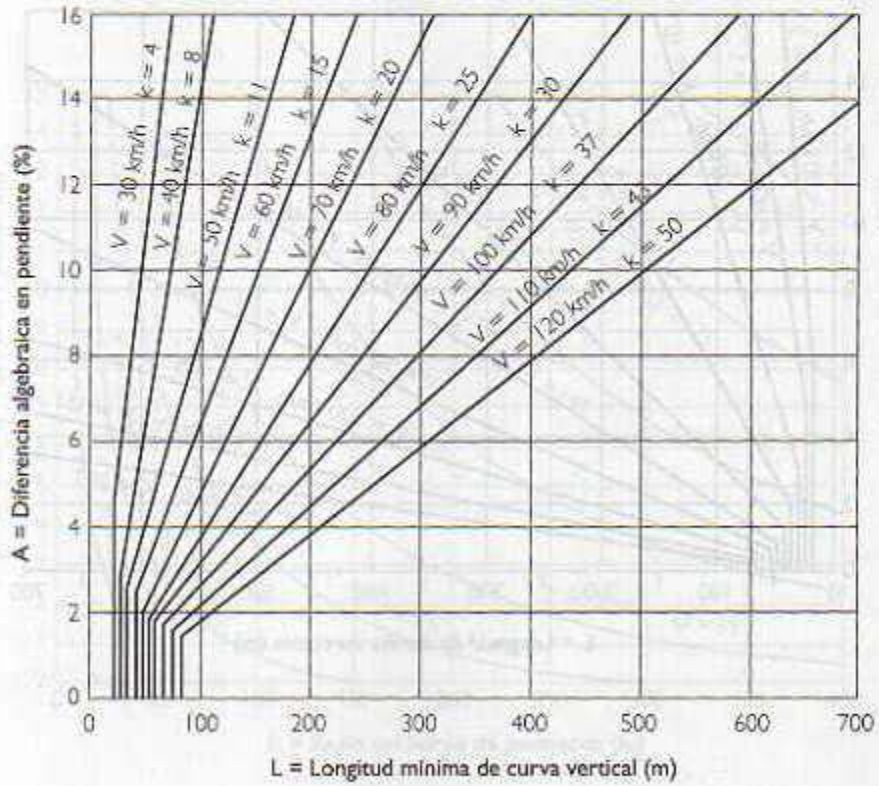
ALINEAMIENTO VERTICAL DE UN TRAMO DE CAMINO CON TANGENTES DE DIFERENTE PENDIENTE (EJEMPLO)



LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN CRESTA PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



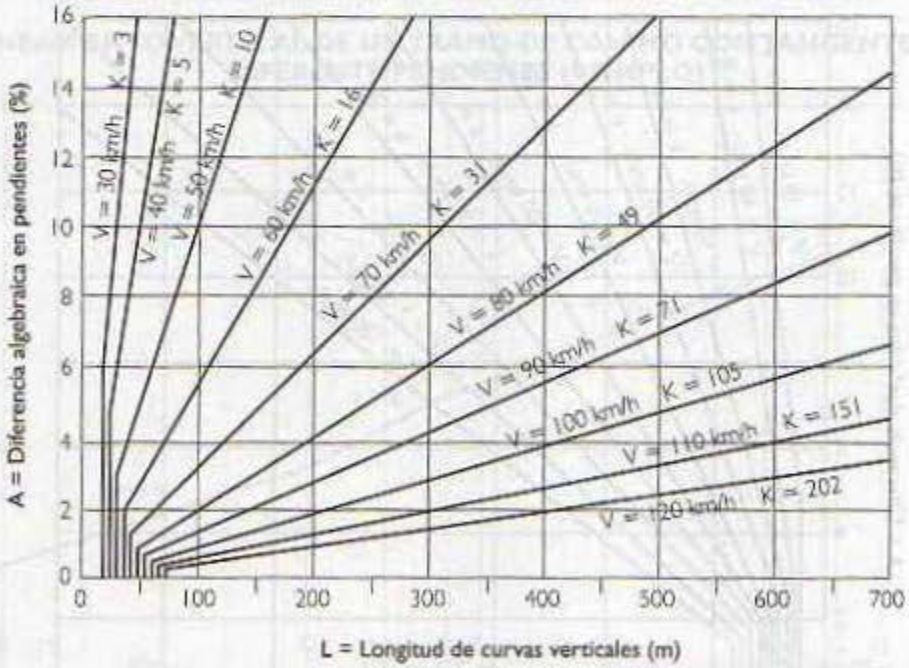
Distancias de visibilidad de parada en enlaces (curvas verticales en cresta)

La longitud mínima de curvas verticales en enlaces y en vías urbanas se basa en la distancia para que un conductor, desde una altura del ojo de 1.07 m, vea un objeto de 15 cm de altura. En la gráfica inferior se relacionan la velocidad de la vialidad, la diferencia algebraica de pendientes y la longitud mínima de la curva vertical para proporcionar una distancia segura de visibilidad de parada. Para velocidades menores de 60 km/h las curvas verticales en columpio (cuya longitud está regida por el criterio de los faros de los vehículos) teóricamente deberían ser de 25 a 60 % más largas que las curvas en cuesta. Debido a que la velocidad de proyecto en la mayoría de los enlaces está gobernada por la curvatura horizontal, generalmente de radio reducido, los rayos de luz paralelos al eje longitudinal del vehículo dejan de servir como control vertical y la lontigud práctica de las curvas en columpio es la correspondiente a las curvas en cresta. Sin embargo, siempre que sea posible es conveniente usar longitudes mayores de las mínimas.

Distancia mínima de visibilidad de parada en los enlaces

Velocidades del proyecto (km/h)	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Distancia mínima de parada en los enlaces (m)	25	35	50	65	80	95	110	140	165	200

LONGITUD MÍNIMA DE CURVAS VERTICALES EN LOS ENLACES, DE ACUERDO CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

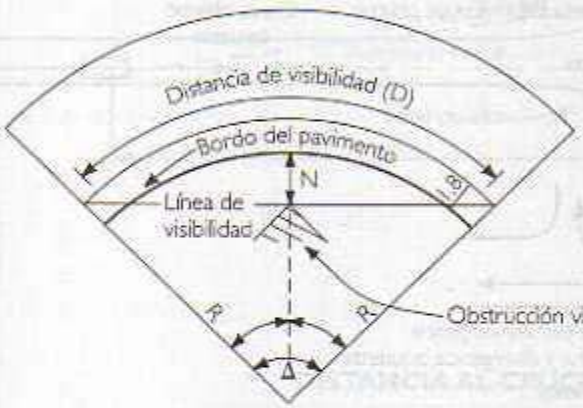


Distancias de visibilidad de parada en enlaces (curvas horizontales)

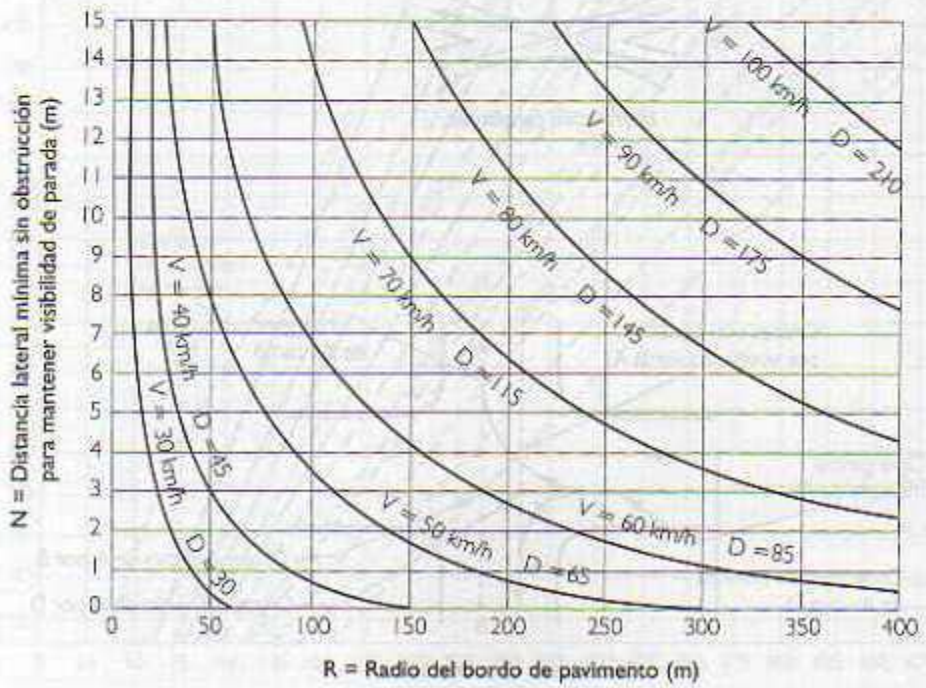
El control de la distancia de visibilidad para curvas horizontales es de igual o mayor importancia en los enlaces que el control vertical, ya que la línea visual a través de la parte interior de la curva (que debe estar libre de obstrucciones) deberá ser tal que la distancia de visibilidad medida en la curva a lo largo de la trayectoria del vehículo iguale o exceda la distancia mínima de parada (*véase* tabla anterior de enlaces). La obstrucción probable puede ser un edificio, terraplén, etcétera.

En la gráfica inferior se muestra, para varios radios de la orilla de la calzada, la distancia mínima lateral entre la orilla interior de la calzada y la obstrucción. Se supone que el ojo del conductor y el objeto visto se encuentran a 1.80 m de la orilla interior de la calzada y que la distancia mínima de visibilidad de parada se cumple a lo largo de la curva.

DISTANCIA MÍNIMA A OBSTÁCULOS LATERALES EN CURVAS HORIZONTALES DE LOS ENLACES, PARA PROPORCIONAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

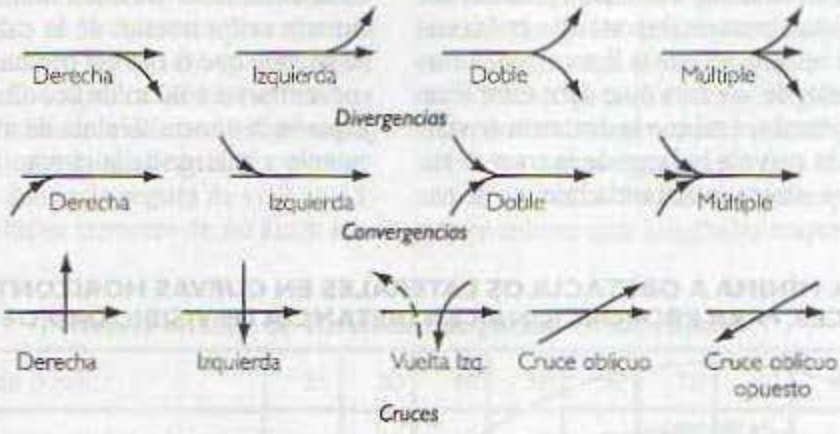


N = Distancia lateral mínima sin obstrucción (m)
R = Máx. radio para velocidad de proyecto
V = Velocidad de proyecto
S = Distancia de visibilidad (1.80 m del borde)
Δ = Ángulo central para D



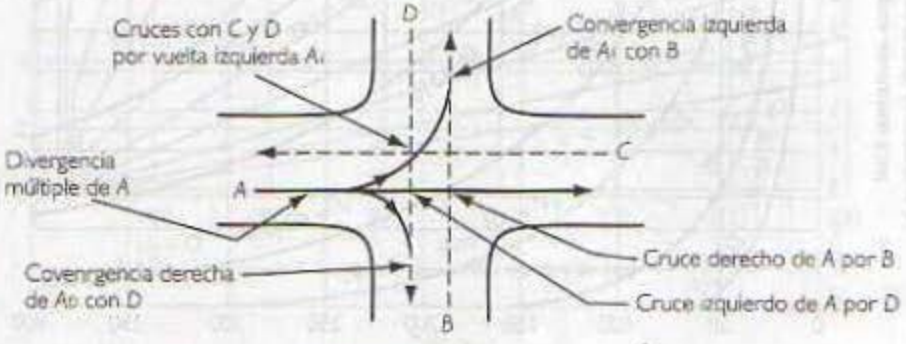
INTERSECCIONES A NIVEL

MANIOBRAS DE LOS VEHÍCULOS EN LAS INTERSECCIONES



Intersección no colineal

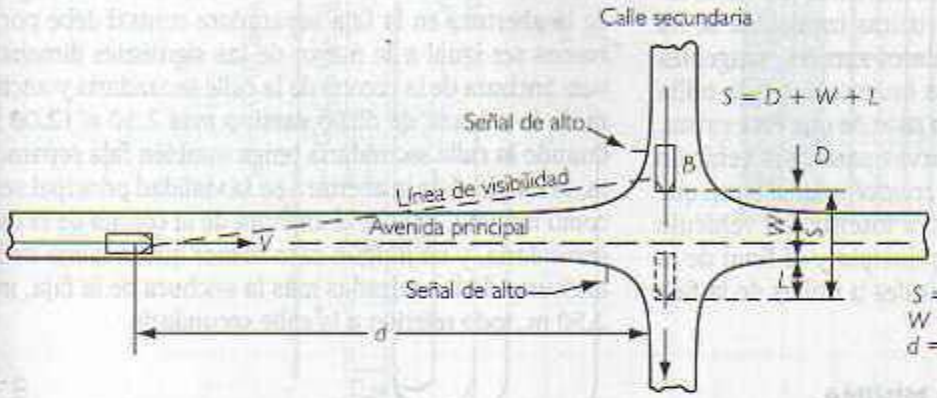
Intersección canalizada



Intersección de cuatro enlaces

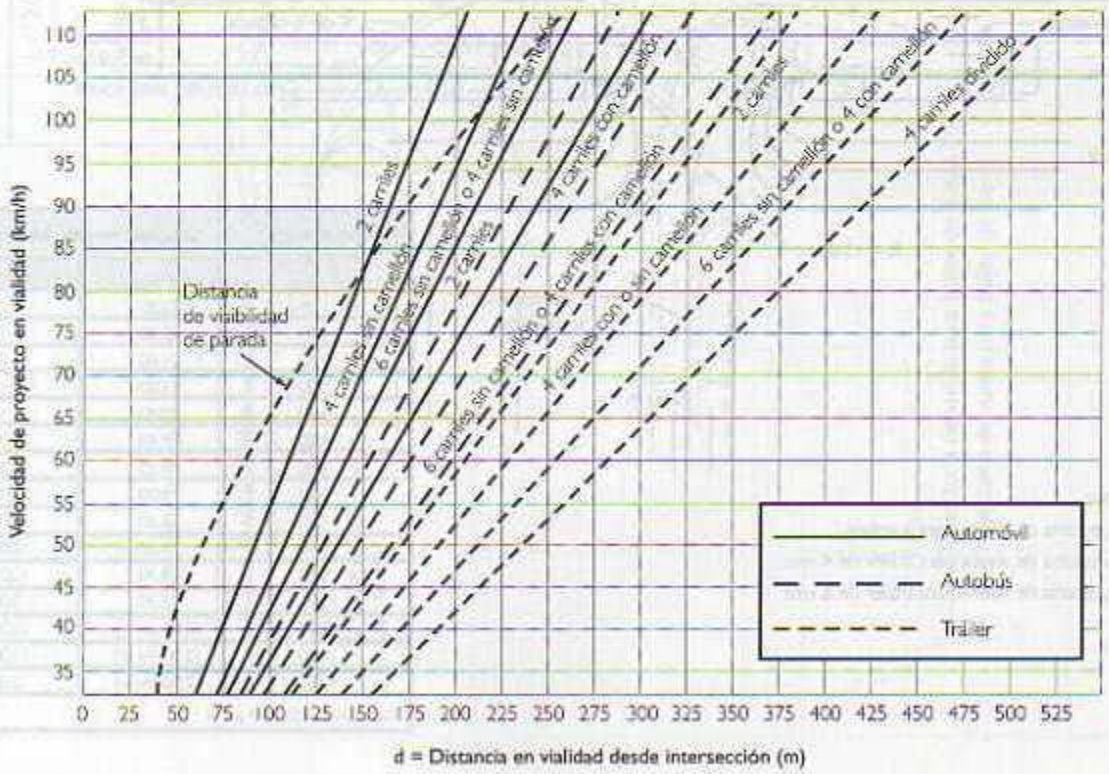
Cruce en recto con señal de alto

En las intersecciones donde el tránsito por las calles secundarias se controla con señales de "Alto", es necesario, por razones de seguridad, que el conductor del vehículo parado disponga de visibilidad suficiente sobre la avenida principal para poder cruzarla antes de que lleguen a la intersección los vehículos que por ella circulan, aun cuando alcance a percibirlas en el preciso momento en que inicie su cruce. El tramo visible de la avenida principal, para dicho conductor debe ser mayor que el producto de su velocidad de proyecto por el tiempo necesario para acelerar y cruzar la carretera. La distancia de visibilidad necesaria para este tipo de cruce se resume en la gráfica inferior:



S = distancia de visibilidad de parada
W = ancho
d = distancia entre vehículo que circula por avenida principal con el crucero
D = distancia entre el frente del vehículo parado y la orilla de la calzada de la avenida principal
L = Longitud del vehículo

DISTANCIA AL CRUCERO CON SEÑAL DE ALTO



Cruce con vuelta

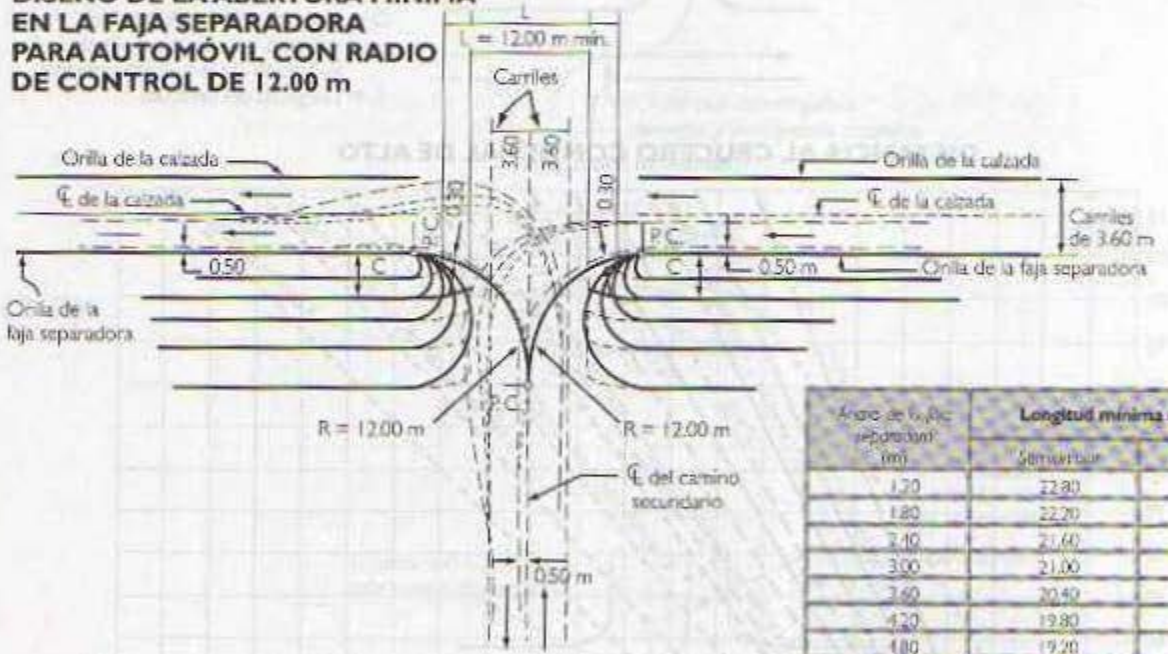
En las vialidades con faja separadora central o camellón, se proporcionan aberturas para permitir a los vehículos que transitan por ellos efectuar vueltas a la izquierda, o el cruce a los vehículos que transitan por calles transversales.

Dimensiones para los diseños mínimos de vuelta izquierda. En el proyecto de las vueltas izquierdas se ha optado por utilizar curvas circulares simples, tangentes a los ejes de los caminos que se intersecan o a la orilla de la faja separadora central, en caso de que ésta exista. Los radios que definen estas curvas para cada vehículo de proyecto se llaman *radios de control* y consideran que la trayectoria de la rueda trasera interna del vehículo dando vuelta se encuentra al principio y al final de la curva, a 0.60 m de los ejes centrales u orillas de la faja separadora en su caso.

Forma del remate de la faja separadora central. El semicírculo como forma del remate de la faja separadora central en las aberturas es conveniente sólo para fajas angostas; cuando se emplea para anchos superiores a 2.50 m se han encontrado desventajas, por lo cual se cambia por un remate en forma de punta de bala, redondeado o truncado.

Longitud mínima de la abertura. En las intersecciones de tres o cuatro ramas en una vialidad, la longitud de la abertura en la faja separadora central debe por lo menos ser igual a la mayor de las siguientes dimensiones: anchura de la corona de la calle secundaria y anchura de la calzada de dicho camino más 2.50 o 12.00 m. Cuando la calle secundaria tenga también faja separadora, la longitud de la abertura en la vialidad principal será, como mínimo, igual a la anchura de la corona de la calle secundaria, y en ningún caso menor que la suma de las anchuras de las calzadas más la anchura de la faja, más 2.50 m, todo referido a la calle secundaria.

DISEÑO DE LA ABERTURA MÍNIMA EN LA FAJA SEPARADORA PARA AUTOMÓVIL CON RADIO DE CONTROL DE 12.00 m

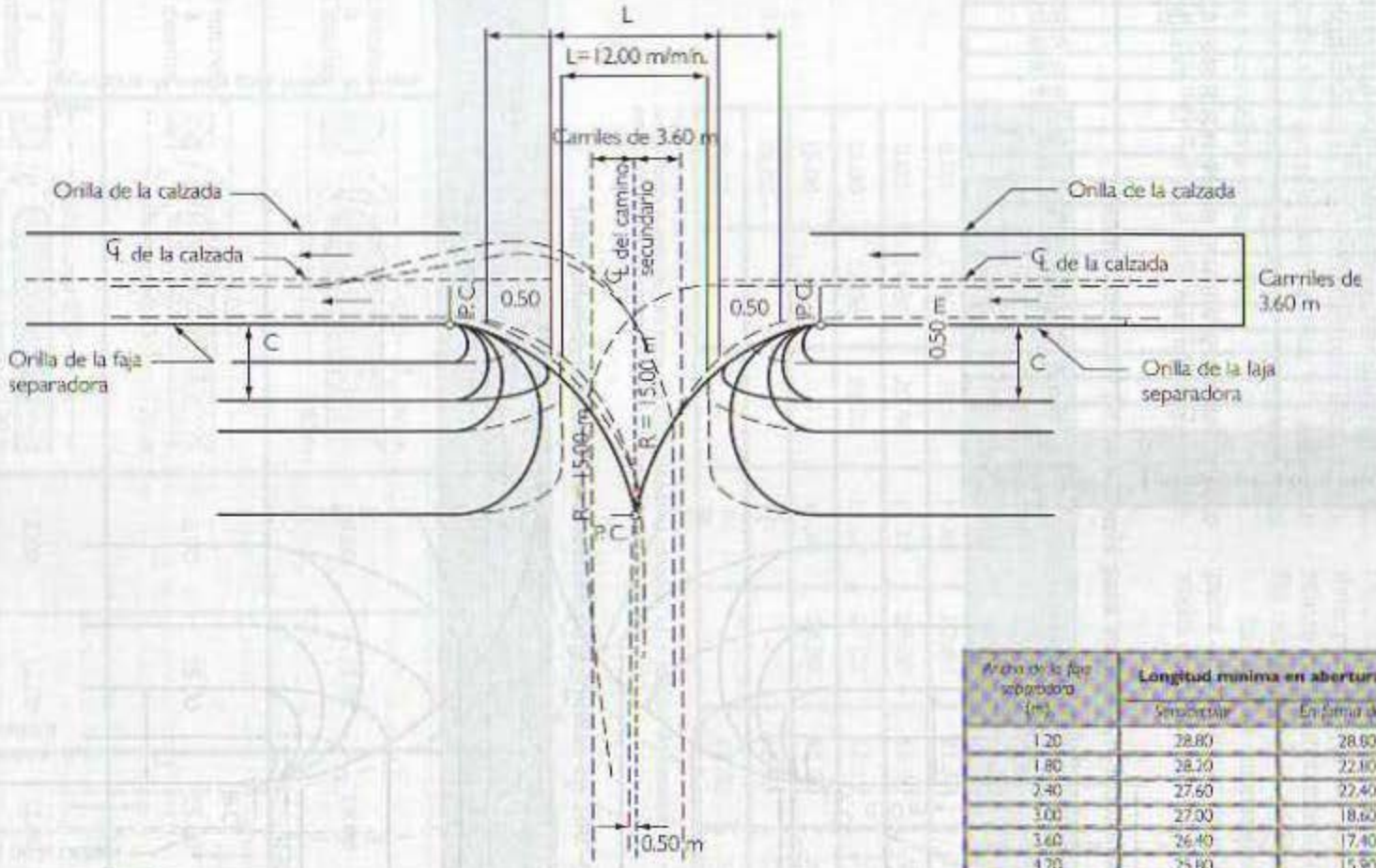


Nota:
------ Trayectoria de vuelta para autobús
– – – – Trayectoria de vuelta para tráiler de 4 ejes
— — — Trayectoria de vuelta para tráiler de 6 ejes

Ancho de faja separadora (m)	Longitud mínima en abertura (m)	
	Semiurbana	En forma de faja
1.20	22.80	22.80
1.80	22.20	18.00
2.40	21.60	15.90
3.00	21.00	14.10
3.60	20.40	12.90
4.20	19.80	12.00 (m n.)
4.80	19.20	12.00 (m n.)
6.00	18.00	12.00 (m n.)
7.20	16.80	12.00 (m n.)
8.40	15.60	12.00 (m n.)
9.60	14.40	12.00 (m n.)
10.80	13.20	12.00 (m n.)
12.00	12.00 (m n.)	12.00 (m n.)
15.00	12.00 (m n.)	12.00 (m n.)
18.00	12.00 (m n.)	12.00 (m n.)

Fuente: AASHTO, 1994, p. 754.

DISEÑO DE LA ABERTURA MÍNIMA EN LA FAJA SEPARADORA PARA AUTOBÚS CON RADIO DE CONTROL DE 15.00 m



Nota:

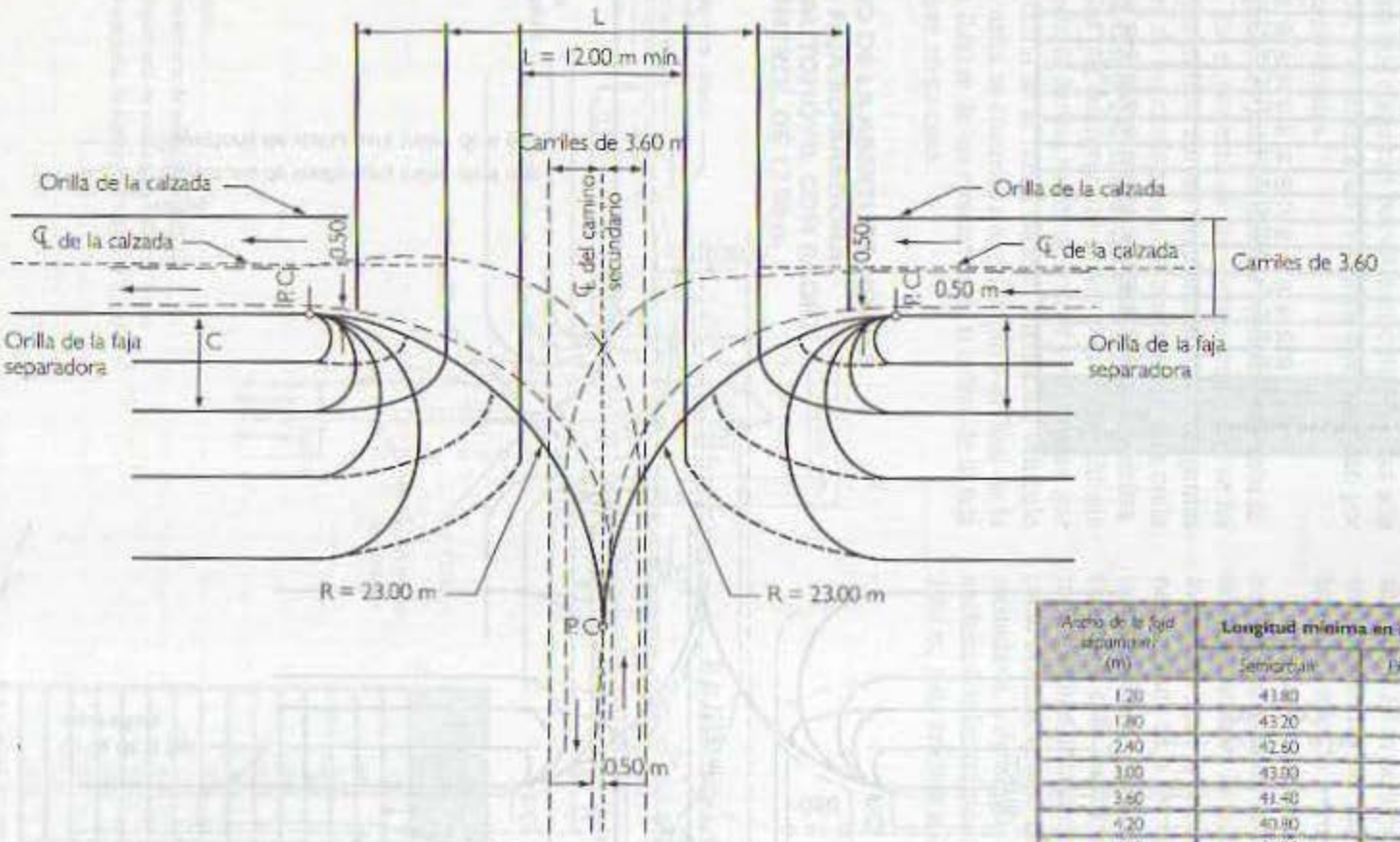
– – – – Trayectoria de vuelta para tráiler de 4 ejes

— — — Trayectoria de vuelta para tráiler de 6 ejes

Ancho de la faja separadora (m)	Longitud mínima en abertura (m)	
	Sencillo	En forma de U
1.20	28.80	28.80
1.80	28.20	22.80
2.40	27.60	22.40
3.00	27.00	18.60
3.60	26.40	17.40
4.20	25.80	15.90
4.80	25.20	15.00
6.00	24.00	13.20
7.20	22.80	12.00 (m.n.)
8.40	21.60	12.00 (m.n.)
9.60	20.40	12.00 (m.n.)
10.80	19.20	12.00 (m.n.)
12.00	18.00	12.00 (m.n.)
15.00	15.00	12.00 (m.n.)
18.00	12.00 (m.n.)	12.00 (m.n.)
21.00	12.00 (m.n.)	12.00 (m.n.)

Fuente: AASHTO, 1995, p. 757.

DISEÑO DE LA ABERTURA MÍNIMA EN LA FAJA SEPARADORA PARA TRÁILER DE 6 EJES CON RADIO DE CONTROL DE 23.00 m



Nota:
– – – – Trayectoria de vuelta para tráiler de 6 ejes.

Ancho de la faja separadora (m)	Longitud mínima en abertura (m)	
	Semirrápida	En forma de bote
1.20	41.80	36.60
1.80	43.20	34.50
2.40	42.60	33.00
3.00	43.00	31.50
3.60	41.40	30.00
4.20	40.80	28.80
4.80	40.20	27.60
6.00	39.00	25.50
7.20	37.80	23.40
8.40	36.60	21.90
9.60	35.40	20.10
10.80	34.20	18.60
12.00	30.00	17.10
18.00	27.00	12.00 (m n.)
24.00	21.00	12.00 (m n.)
30.00	15.00	12.00 (m n.)
33.00	12.00 (m n.)	12.00 (m n.)
36.00	12.00 (m n.)	12.00 (m n.)

Fuente: AASHTO, 1994, p. 758.

Vueltas en "U"

En algunas avenidas divididas por camellón o faja separadora central se requieren aberturas para acomodar los vehículos que sólo dan vuelta en "U", adicionalmente a las aberturas proyectadas para movimientos de cruce y de vuelta a la izquierda.

Estas aberturas deben permitir que los vehículos den vuelta en "U" en una sola maniobra, preferentemente iniciando y terminando la vuelta sobre los carriles interiores adyacentes al camellón, sin invadir los carriles centrales o exteriores. En casos extremos se debe permitir que las vueltas en "U" principien y terminen en los acotamientos para que puedan realizarlas ocasionalmente tráilers.

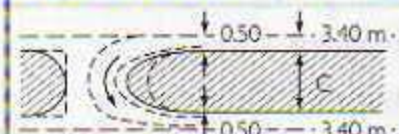
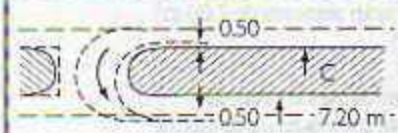
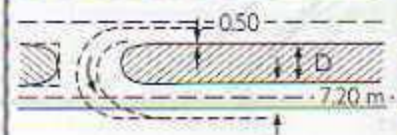
Las curvas compuestas que forman el remate tipo punta de bala y que se ajustan a las aberturas para la vuelta en "U" de todo tipo de vehículos son las siguientes:

Abertura deseable de camellones para vueltas a la izquierda

Ancho de camellón (m)	*Radio* = 30 m *L1* (m)	*L2* (m)	*Radio* = 50 m *L1* (m)	*L2* (m)	*Radio* = 70 m *L1* (m)	*L2* (m)
6.00	17.40	19.50	19.80	23.40	21.30	27.00
9.00	14.40	20.40	17.10	25.50	18.90	30.30
12.00	12.00	21.30	15.00	27.00	17.10	32.70
15.00	–	–	13.20	28.50	15.30	39.50
18.00	–	–	–	–	13.80	36.60
21.00	–	–	–	–	12.30	38.40

Fuente: AASHTO, 1994, p. 769.
Notas: Radio = radio de giro en vuelta a la izquierda en camellón; L1 = abertura del camellón; L2 = distancia entre inicio de vuelta en camellón y eje central de abertura en camellón.

Dimensiones mínimas de camellón para vueltas en 180° (m)

Tipo de maniobra / *Longitud del vehículo* (m)		*Automóvil* 5.80	*Microbús/ Camión* 9.10	*Autobús* 12.10	*Tráiler 4 ejes* 15.20	*Tráiler 5 ejes* 16.70
Carril interior a carril interior		9.00	19.00	19.00	18.00	21.00
Carril interior a carril exterior		5.00	15.00	15.00	15.00	18.00
Carril interior a acotamiento		2.00	12.00	12.00	12.00	15.00

Fuente: AASHTO, 1994, p. 776.

Radios mínimos para el diseño de enlaces

Radios de curvatura	*Tipo de vehículo*	Curvas compuestas simétricas		*Ancho de la calzada* (m)	*Tamaño aproximado de la isleta* (m)
		Radios (m)	*Desplazamiento* (m)		
75°	A	45-23-45	1.00	4.20	5.50
	B	45-23-45	1.50	5.40	5.00
	C	55-28-55	1.00	6.00	5.00
90°	A	45-15-45	1.00	4.20	5.00
	B	45-15-45	1.50	5.40	7.50
	C	55-20-55	2.00	6.00	11.50
105°	A	36-12-36	0.60	4.50	6.50
	B	30-11-30	1.50	6.60	5.00
	C	55-14-55	2.40	9.00	5.50
120°	A	30-9-30	0-80	4.80	11.00
	B	30-9-30	1.50	7.20	8.50
	C	55-15-55	2.50	10.20	20.00
135°	A	30-9-30	0-80	4.80	43.00
	B	30-9-30	1.50	7.80	35.00
	C	48-11-48	2.70	10.50	60.00
150°	A	30-9-30	0-80	4.80	130.00
	B	30-9-30	2.00	9.00	110.00
	C	48-11-48	2.10	11.40	160.00

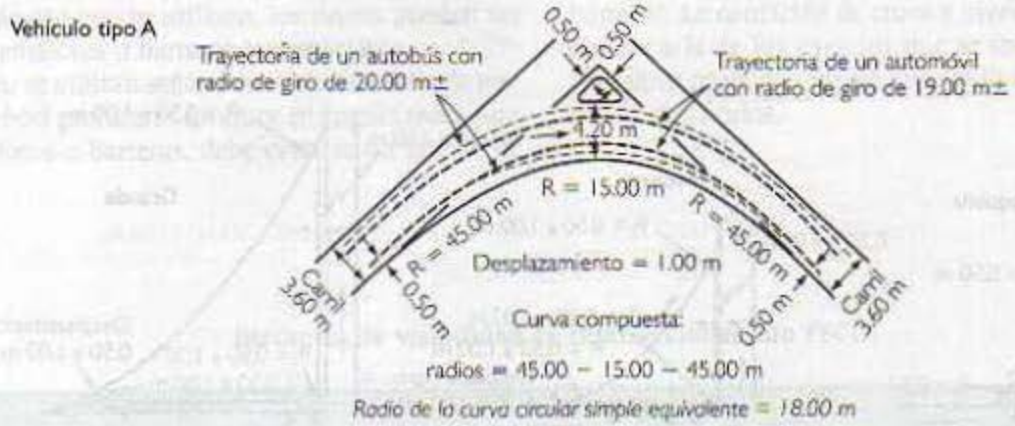
FUENTE: AASHTO, 1994, p. 691.

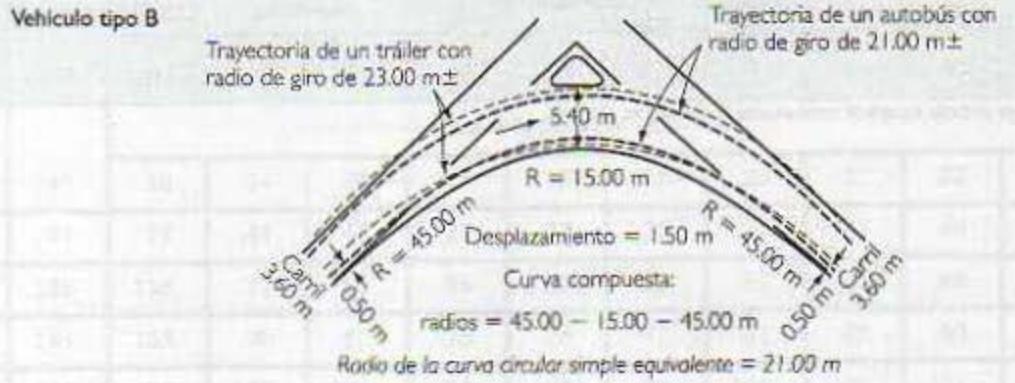
NOTAS: Se ilustra en la página siguiente. Las dimensiones de la tabla pueden utilizarse para curvas asimétricas compuestas de tres centros con transiciones rectas, sin alterar significativamente los anchos de calzada y el tamaño de las isletas. Se recomienda que cuando las isletas sean menores de 7.00 m^2 vayan pintadas en el pavimento.

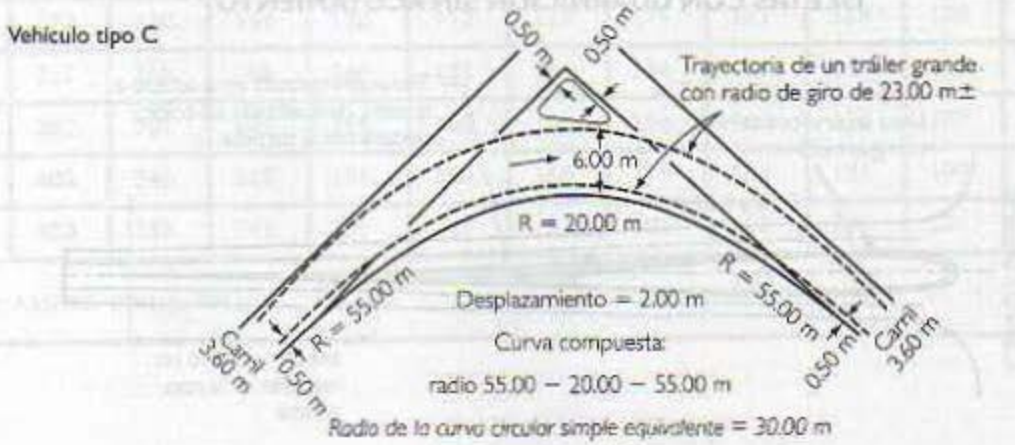
A. Vehículos ligeros de pasajeros, permitiendo ocasionalmente el paso de autobuses o camiones.
B. Dimensiones para camiones y autobuses, permitiendo el paso ocasional de tráilers hasta de cuatro ejes, invadiendo ligeramente los carriles del tránsito adyacente.
C. Dimensiones para tráilers grandes de cinco ejes o más.

Enlaces con vueltas en ángulos recto y oblicuo

En la tabla anterior se muestran las dimensiones mínimas para el diseño de enlaces con vueltas en ángulos de 75 a 150°, dimensiones determinadas en forma semejante a las de las vueltas en ángulo recto. Para cada uno de los tipos de vehículos se indican los radios y desplazamientos de una curva de la orilla interna de la calzada, su ancho y el área aproximada de la isleta.







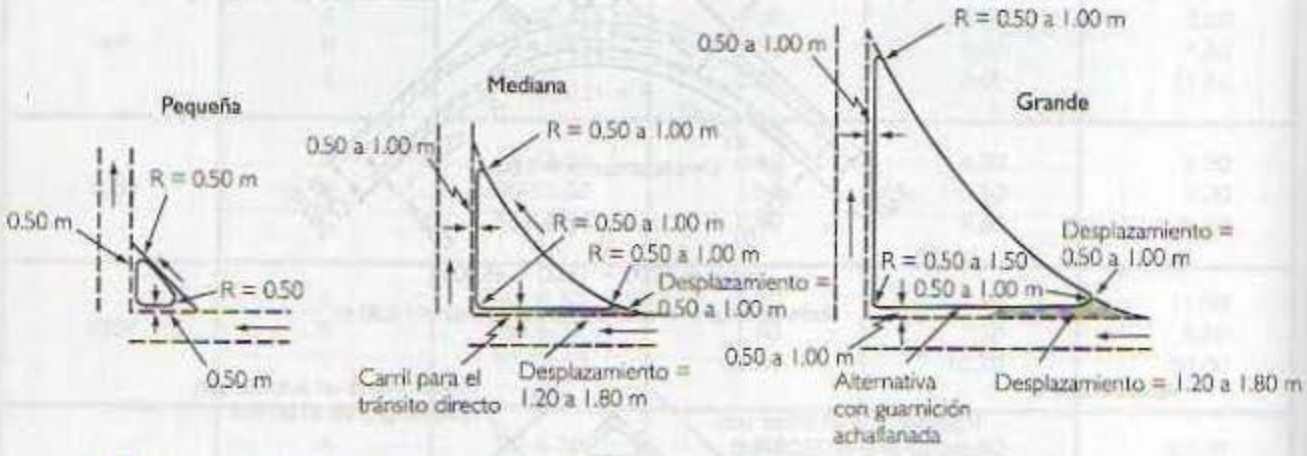
Isletas

Las isletas pequeñas se delimitan generalmente con guarniciones; mientras que las mayores con pavimentos contrastantes en color, textura, con cubiertas vegetales, postes, defensas o cualquier combinación.

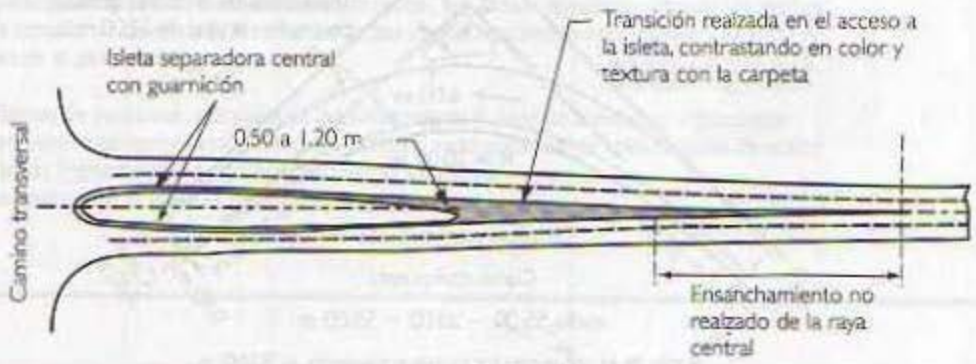
Las isletas triangulares están determinadas por las orillas de las calzadas del tránsito directo con la de los enlaces, con su correspondiente espacio libre lateral a las orillas.

Los vértices de la isleta deben ser redondeados para hacerlos más visibles y facilitar su construcción (*véanse* croquis inferiores).

En isletas separadoras centrales se debe tener cuidado con el vértice de acceso, ya que se encuentra en línea directa con el tránsito que se aproxima.



ISLETAS CON GUARNICIÓN SIN ACOTAMIENTO



Intersecciones a nivel. Pasos para ferrocarril

El proyecto geométrico de cruce a nivel de un camino con el ferrocarril, incluye los alineamientos vertical y horizontal, la sección transversal y la distancia de visibilidad de parada.

Las características de estos elementos pueden variar de acuerdo con el tipo de dispositivos para el control del tránsito que se utilizan, los cuales pueden ser señales, semáforos o barreras automáticas.

Cuando se utilizan señales como único medio de protección, deberá procurarse un cruce en ángulo recto. Aun con semáforos o barreras, debe evitarse un ángulo de esviaje grande. La pendiente en el cruce debe ser suave. El dispositivo de control debe ser claramente visible a una distancia por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada. Debe considerarse la posibilidad e iluminar el cruce cuando haya movimiento nocturno de trenes, especialmente cuando la operación de cambio de trenes puede bloquear el camino.

La distancia de visibilidad es una consideración primordial en cruces donde no se utilizan semáforos o barreras. La condición de cruce a nivel de ferrocarril es similar a la de los caminos que se intersecan, siendo necesario proporcionar un triángulo de visibilidad libre de obstáculos.

Distancia de visibilidad en intersecciones con FFCC

Veloc. FFCC (km/h)	*Inicio desde parada*	**Vehículos (km/h)**										
	0	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*	*110*
		Distancia de cruce (m)										
10	45	38	24	20	15	13	18	20	21	22	24	25
20	91	77	48	40	37	37	38	40	43	44	47	50
30	136	115	72	60	56	56	58	61	64	66	71	76
40	181	153	96	80	75	75	77	81	85	89	94	101
50	227	192	120	100	94	93	96	101	106	111	118	126
60	272	230	144	120	112	112	115	121	128	133	141	151
70	317	268	168	140	131	131	134	141	149	155	165	176
80	362	307	193	161	150	149	154	162	170	177	189	202
90	408	345	217	181	168	168	173	182	191	199	212	227
100	453	383	241	201	187	187	192	202	213	221	236	252

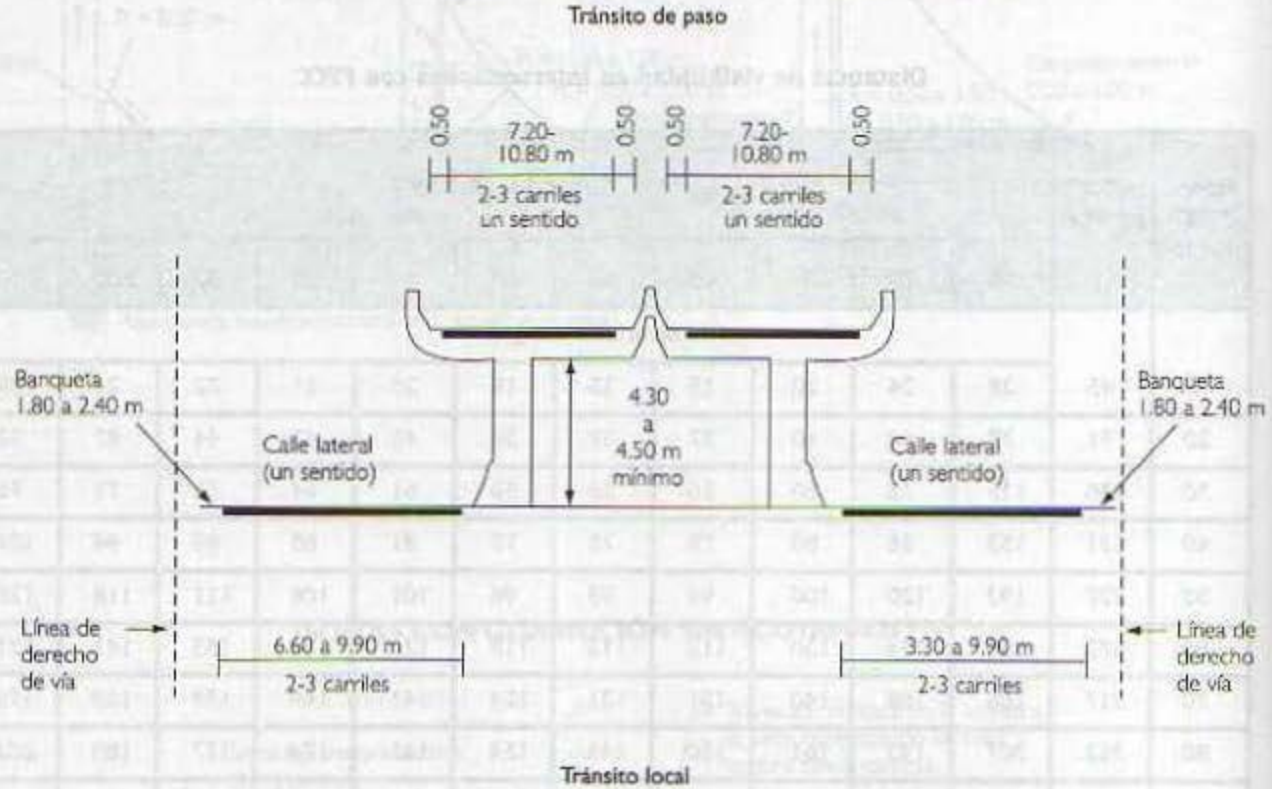
Fuente: AASHTO, 1994, p. 799.

Pasos superiores a desnivel

Para un camino, el tipo de cruce a desnivel más adecuado es el paso superior ya que no se ve la estructura; el espacio libre vertical no está limitado y el espacio libre horizontal está supeditado a la ubicación de guarniciones y parapetos. Las dimensiones libres laterales de los pasos inferiores son, por lo general, también aplicables a los pasos superiores.

En las figuras respectivas se indican los espacios libres laterales mínimos y deseables para las estructuras de pasos superiores en vialidades regionales o primarias.

PASOS SUPERIORES DE 4-6 CARRILES EN UNA ESTRUCTURA



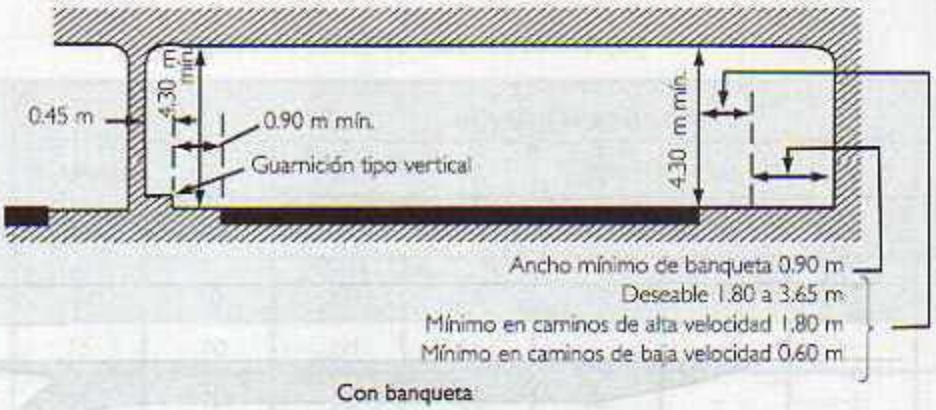
Fuente: AASHTO, 1994, p. 577.

Pasos inferiores a desnivel

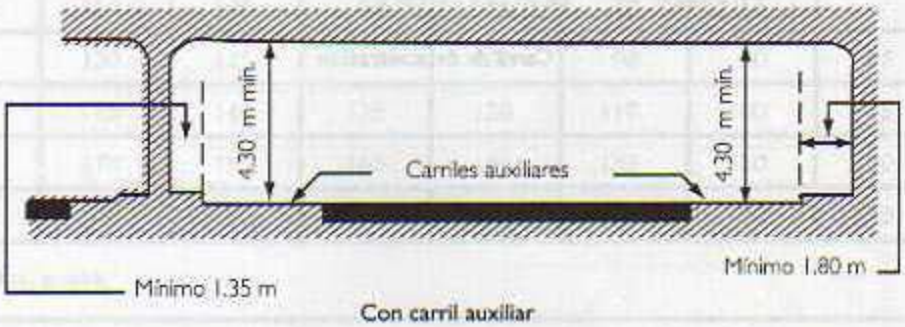
En los croquis respectivos se indican los espacios libres y verticales para un paso inferior. Se ha analizado que objetos verticales colocados a 1.80 m o más, de la orilla del carril, tienen poca o ninguna influencia sobre el comportamiento del tránsito. De aquí que esta dimensión sea la mínima por considerar para ubicar el elemento estructural de soporte, aunque es necesario aumentar esta medida en el lado interno de las curvas con objeto de proporcionar la distancia de visibilidad requerida. En el caso de autopistas con carriles separados, el espacio libre lateral en el lado izquierdo de cada carril puede reducirse, como mínimo, hasta 1.35 m.

PASOS INFERIORES DE 2 CARRILES

Con acotamiento



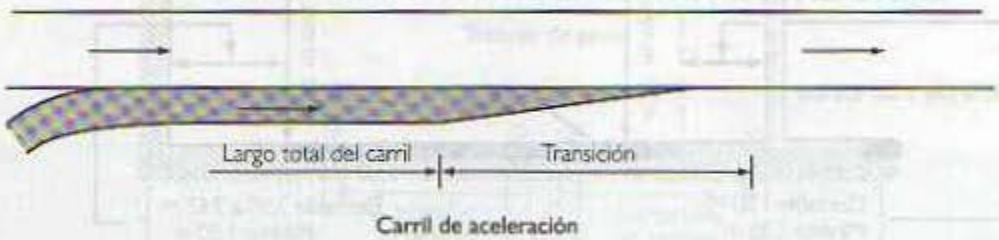
Con banqueta



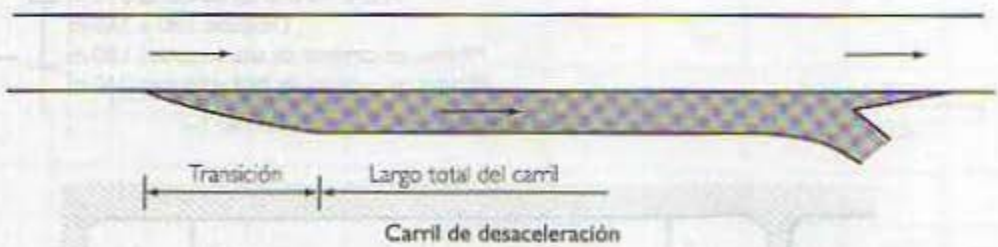
Con carril auxiliar

Carriles de cambio de velocidad

Se llaman carriles de cambio de velocidad aquellos que se añaden a la sección normal de una calzada, con objeto de proporcionar a los vehículos el espacio suficiente para que alcancen la velocidad necesaria y se incorporen a la corriente de tránsito de una vía, o puedan reducir la velocidad cuando deseen separarse de la corriente al acercarse una intersección. Las tablas laterales muestran las longitudes que son convenientes de proporcionar a estos carriles en relación con la velocidad de proyecto de la calzada.



Carril de aceleración



Carril de desaceleración

Longitud de carril de aceleración (m)

Velocidad de proyecto (km/h)	*Velocidad alcanzada* (km/h)	*Condición de parada*	*Velocidad de entrada* (km/h)						
			20	30	40	50	60	70	80
			Velocidad inicial (km/h)						
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	–	–	–	–	–	–	–
60	45	100	85	70	–	–	–	–	–
70	53	145	125	110	85	50	–	–	–
80	60	195	180	165	135	100	55	–	–
90	67	275	260	240	210	175	130	50	–
100	75	370	345	330	300	265	220	145	55
110	81	430	405	390	360	330	285	210	120

FUENTE: AASHTO, 1994, p. 945.

Longitud de carril de desaceleración (m)

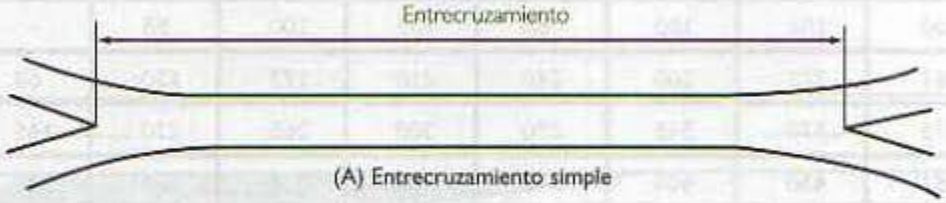
Velocidad de proyecto (km/h)	*Velocidad alcanzada* (km/h)	*Condición de parada*	*Velocidad de salida* (km/h)						
			20	30	40	50	60	70	80
			Velocidad de marcha (km/h)						
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	47	75	70	60	45	–	–	–	–
60	55	95	90	80	65	55	–	–	–
70	63	110	105	95	85	70	55	–	–
80	70	130	125	115	100	90	80	55	–
90	77	145	140	135	120	110	100	75	60
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	91	180	180	170	160	150	140	120	105

FUENTE: AASHTO, 1994, p. 949.

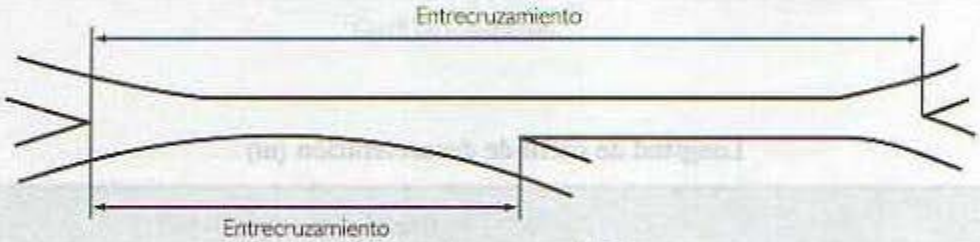
Entrecruzamientos

La longitud de una zona de entrecruzamiento se mide a lo largo del camino entre la entrada y la salida, como se muestra en los croquis inferiores. Esta longitud se mide desde un punto del extremo de entrada, en el cual la distancia entre la prolongación de las orillas de la calzada sea de 60 cm hasta el punto extremo de salida, en el que la distancia entre la prolongación de las orillas de la bifurcación de carriles sea de 3.30 m.

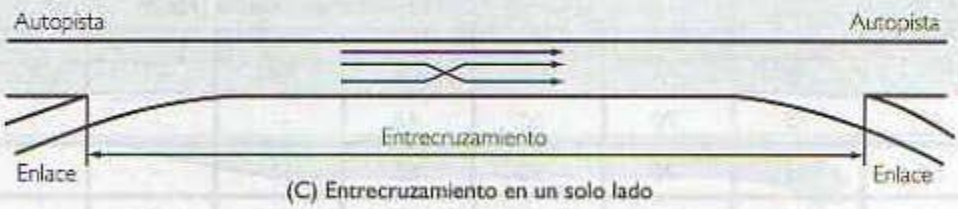
La longitud de la zona de entrecruzamiento se obtiene con el apoyo de la gráfica siguiente, en la que se considera el volumen que se cruza (V_{w1} a V_{w2}) en vehículos ligeros por hora e intersecando la curva de la calidad de flujo deseada. Es conveniente incrementar la longitud de la zona de entrecruzamiento cuando las condiciones lo permitan, lográndose con ello disminuir el efecto adverso del entrecruzamiento.



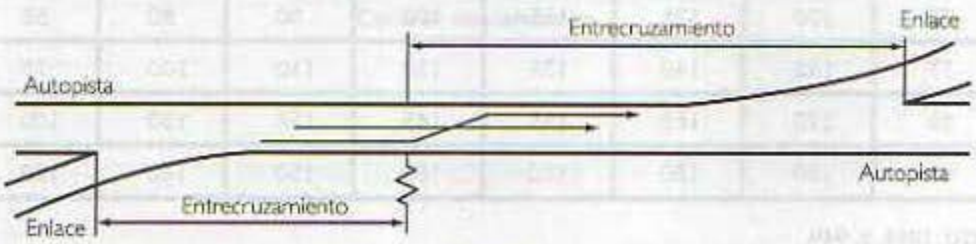
(A) Entrecruzamiento simple



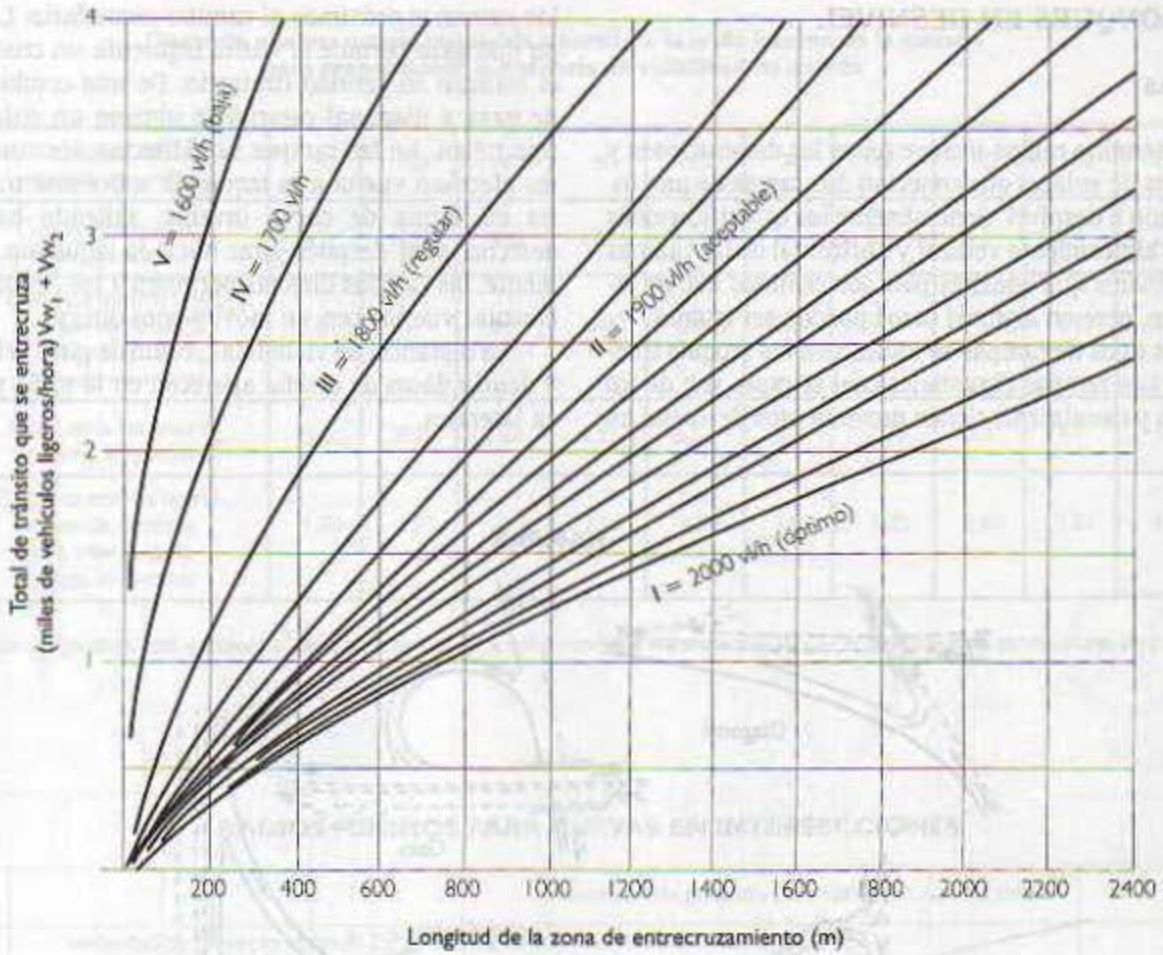
(B) Entrecruzamiento múltiple



(C) Entrecruzamiento en un solo lado



(D) Entrecruzamiento en dos lados



Volúmenes que se entrecruzan $V_{w1} + V_{w2}$ *(vehículos por hora)*	*Longitud de la zona de entrecruzamiento* (m)
500	300
1000	750
1500	1250
2000	1850

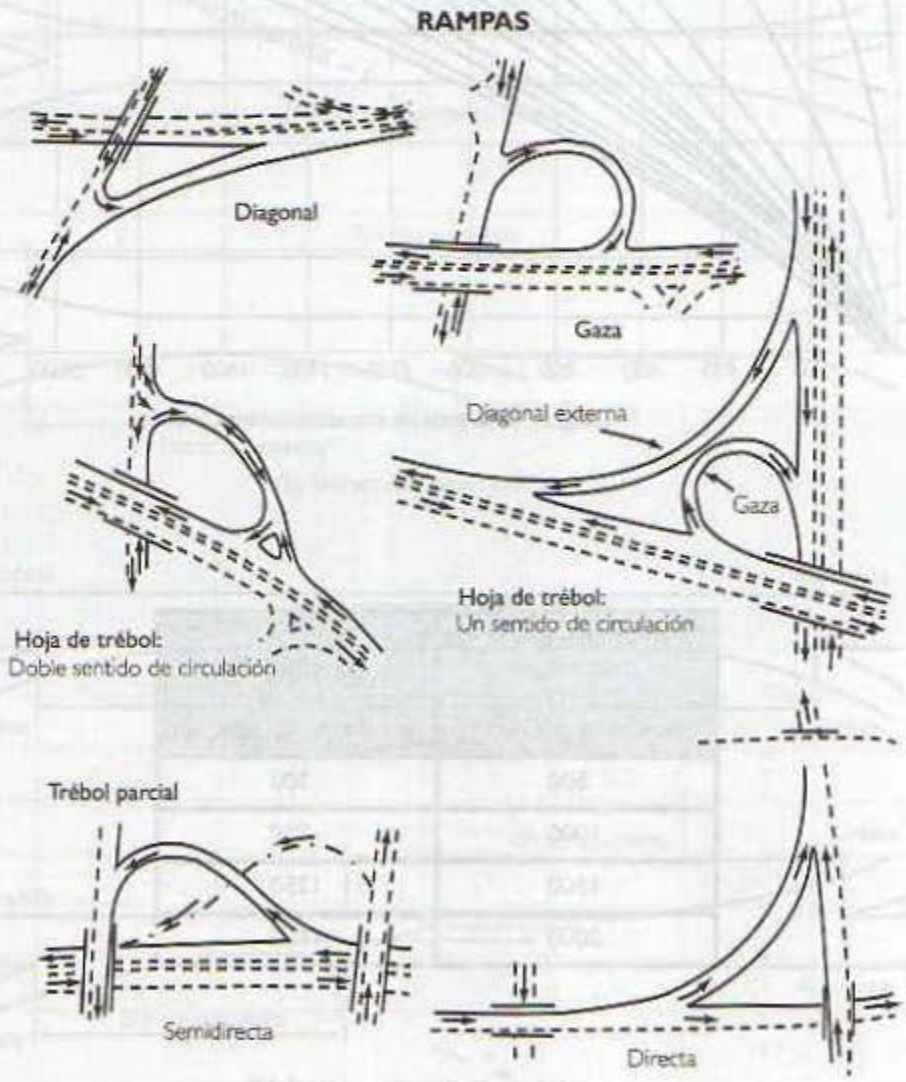
ENTRONQUES EN DESNIVEL

RAMPAS

El término rampa incluye todas las disposiciones y tamaños de enlaces que conectan dos ramas de una intersección a desnivel. Generalmente las especificaciones para el alineamiento vertical y horizontal de las rampas son menores que aquellas para los caminos que se intersecan, pero en algunos casos pueden ser iguales.

Los tipos de rampas se indican en los croquis inferiores. Las rampas diagonales casi siempre son de un sentido y usualmente tienen movimientos de vuelta en los extremos próximos al camino secundario. La rampa tipo gaza permite la vuelta izquierda sin cruces con el tránsito en sentido contrario. De una combinación de gaza y diagonal externa se obtiene un entronque tipo trébol. En las rampas semidirectas, los conductores efectúan vuelta a la izquierda sobre una trayectoria en forma de curva inversa, saliendo hacia la derecha, para después girar hacia la izquierda. Finalmente, las rampas directas permiten a los conductores efectuar vueltas con un movimiento directo.

La distancia de visibilidad, radio de giro, velocidad y demás datos de diseño aparecen en la tabla y gráfica laterales.

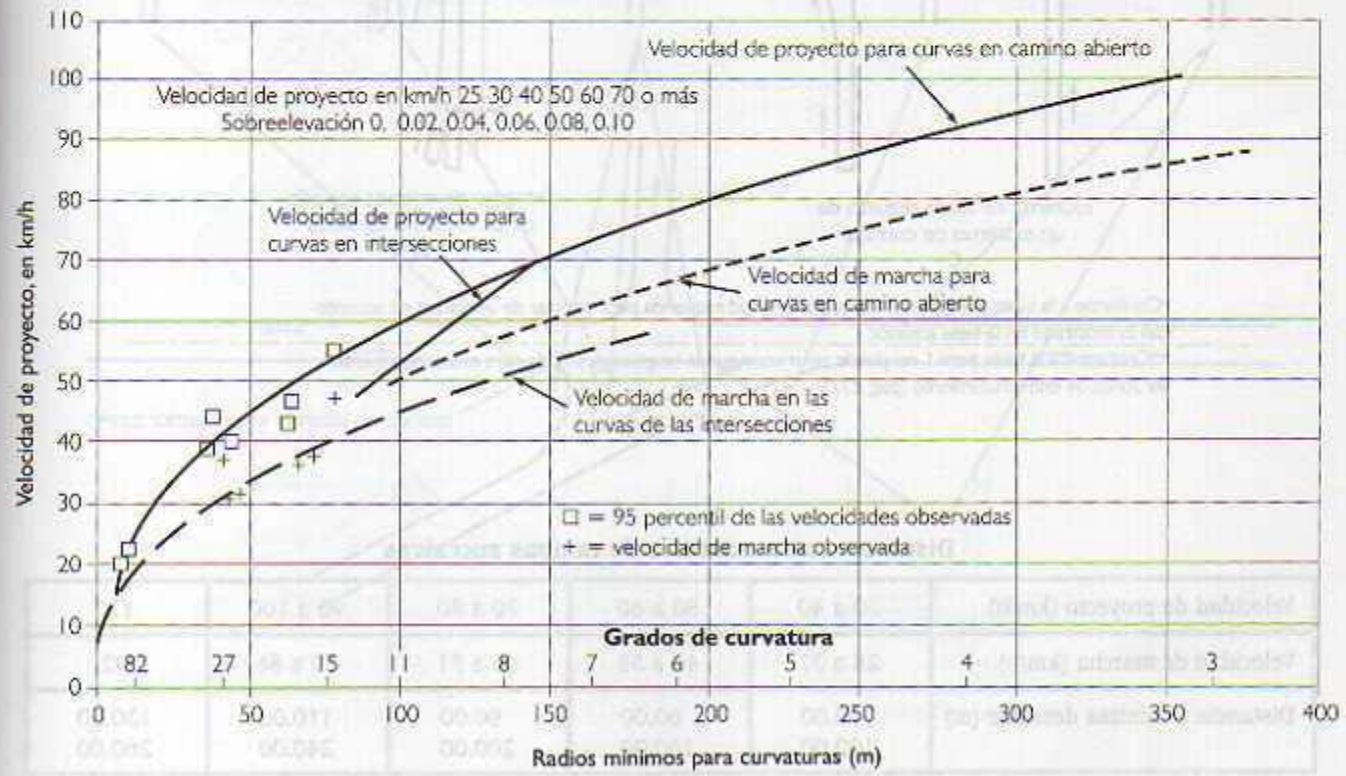


Distancia mínima lateral requerida a partir de la orilla interna de la calzada para proporcionar la distancia de visibilidad de parada

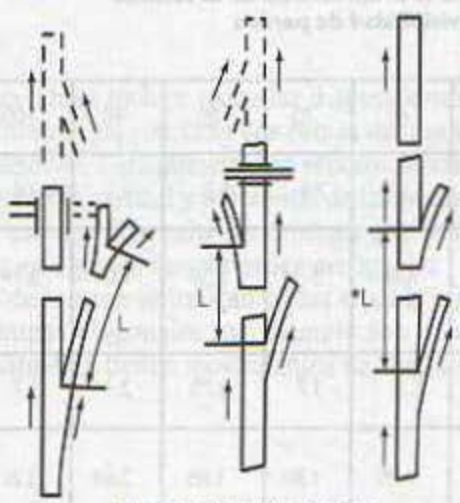
Velocidad del vehículo en km/h	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Curvatura máxima, en grados	98.0	60.0	30.0	17.5	11.0	7.4	5.5	4.2	3.4	2.7
Distancia mínima lateral requerida desde la orilla interna de la calzada, en metros	3.61	5.11	5.79	5.90	5.66	5.34	5.36	7.07	8.19	9.89
Mitad de la curvatura máxima, en grados	49.0	30.0	15.0	8.75	5.5	3.7	2.75	2.1	1.7	1.35
Distancia mínima lateral requerida desde la orilla interna de la calzada, en metros	1.70	1.97	2.18	2.16	1.99	1.81	1.85	2.68	3.21	4.06

La máxima curvatura está establecida generalmente para una sobreelevación máxima de 0.10. Debe ajustarse para otros valores de proyecto

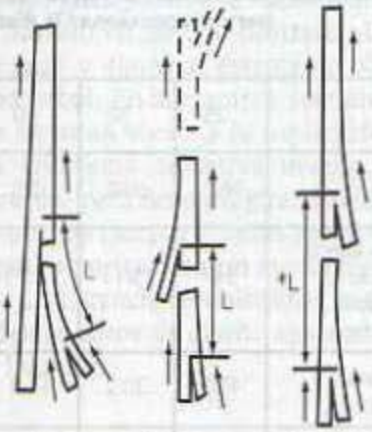
RADIOS MÍNIMOS PARA CURVAS EN INTERSECCIONES



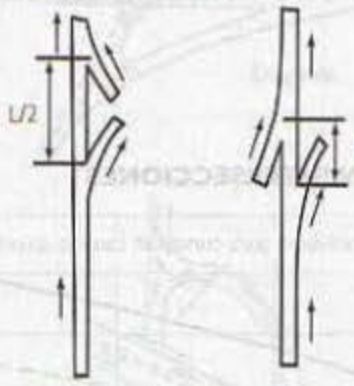
RAMPAS (*Continuación*)



Extremos de salida sucesivos
A



Extremos de entrada sucesivos
B



Extremo de salida seguido de
un extremo de entrada
C

Extremo de entrada seguido
de un extremo de salida
D

*Conforme a la tabla, pero no menor que la longitud requerida para cambiar de velocidad, de acuerdo con lo mostrado en la tabla anterior.

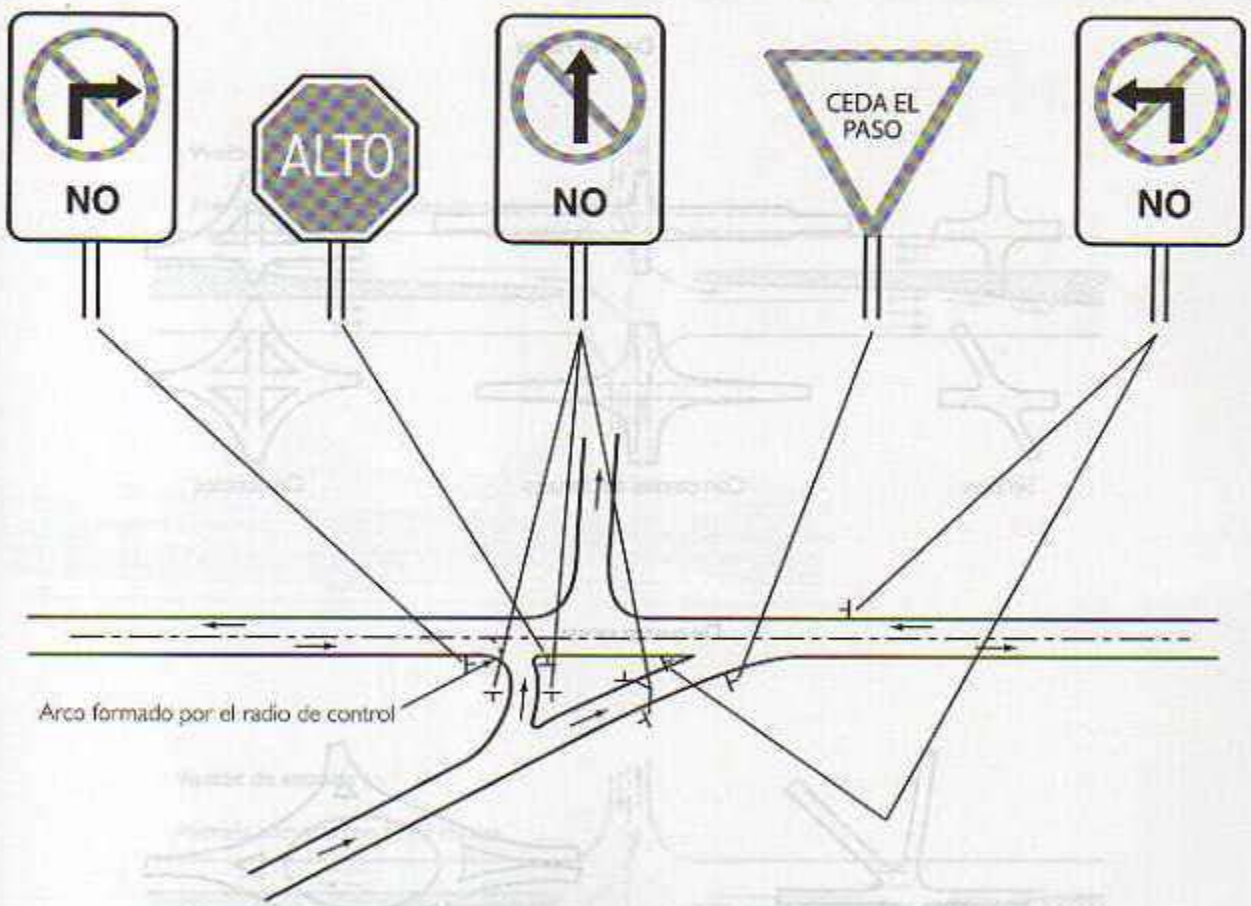
**Conforme a la tabla, pero L no puede ser menor que la longitud requerida para entrecruzamiento; ver zonas de entrecruzamiento (pág. 232).

Distancia entre extremos de rampas sucesivas

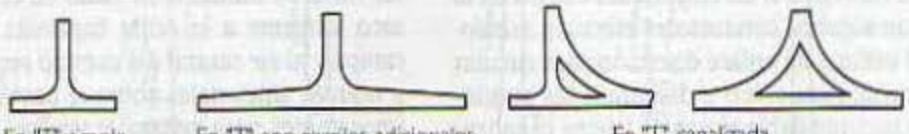
Velocidad de proyecto (km/h)	30 a 40	50 a 60	70 a 80	90 a 100	110
Velocidad de marcha (km/h)	28 a 37	46 a 55	63 a 71	79 a 86	92
Distancia L mínima deseable (m)	40.00 100.00	60.00 150.00	90.00 200.00	110.00 240.00	130.00 260.00

Señalamiento

Un problema inherente a los entronques estriba en la posibilidad de que algunos conductores efectúen maniobras erróneas, al utilizar un enlace diseñado para circular en sentido contrario. Para evitar o disminuir las maniobras erróneas es recomendable el uso de isletas canalizadoras, que encaucen a los vehículos que circulan por la rampa hacia el camino secundario adecuado y desanimen a los que circulan por el camino secundario, que equivocadamente quieran entrar a la rampa. Para tal fin debe utilizarse el radio de control, que defina un arco tangente a la orilla izquierda de la calzada de la rampa y al eje central del camino secundario. Las señales y marcas adicionales sobre el pavimento son elementos importantes para evitar dar vueltas en sentido contrario, se colocan en los entronques tal como se muestra en el croquis inferior.



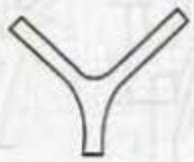
TIPOS GENERALES DE ENTRONQUES A NIVEL



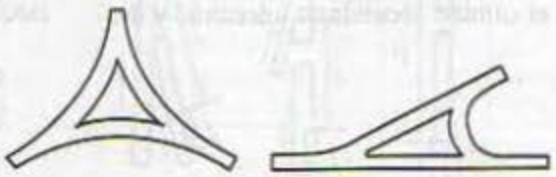
En "T" simple

En "T" con carriles adicionales

En "T" canalizada

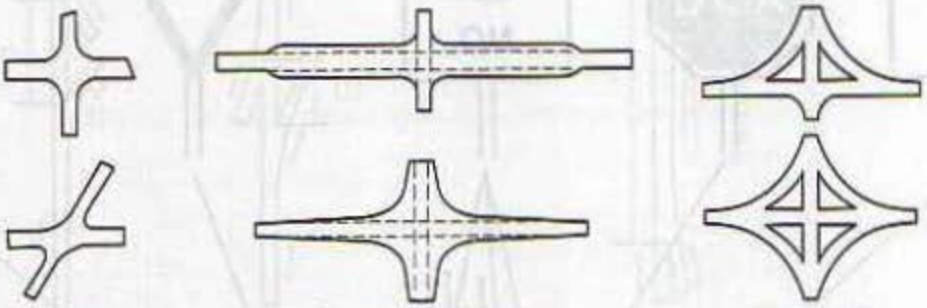


En "Y" simple



En "Y" canalizada

De tres ramas

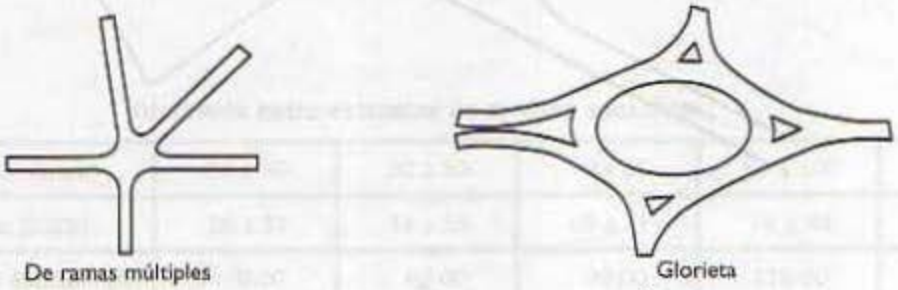


Simples

Con carriles adicionales

Canalizados

De cuatro ramas



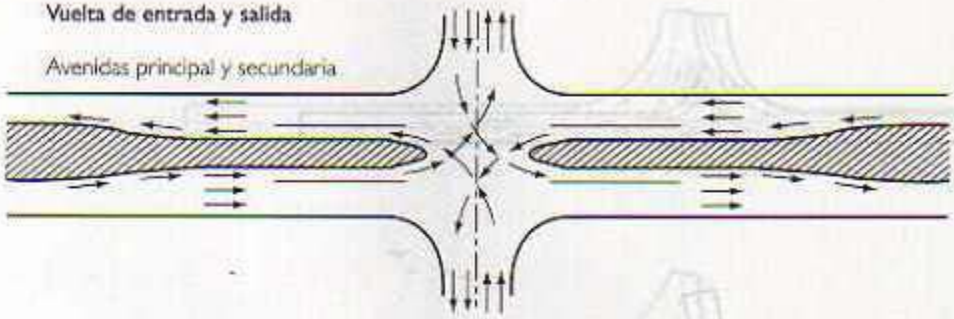
De ramas múltiples

Glorieta

FAJA SEPARADORA CENTRAL

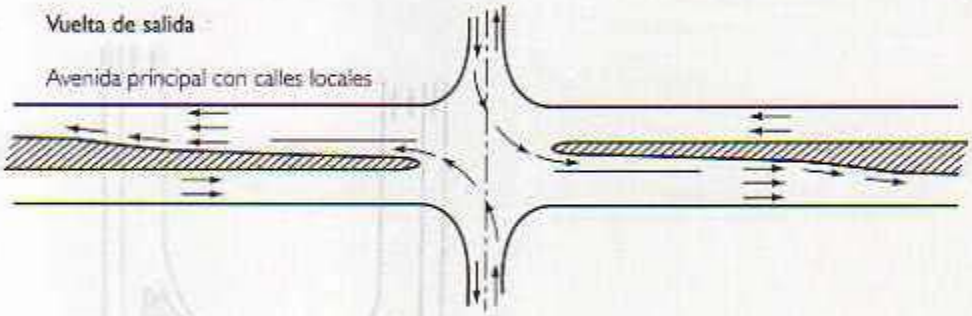
Vuelta de entrada y salida

Avenidas principal y secundaria



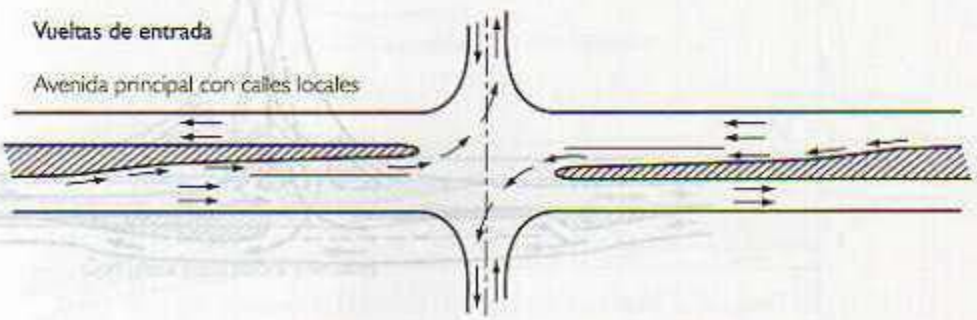
Vuelta de salida

Avenida principal con calles locales

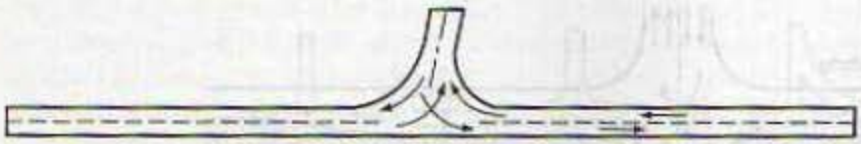


Vueltas de entrada

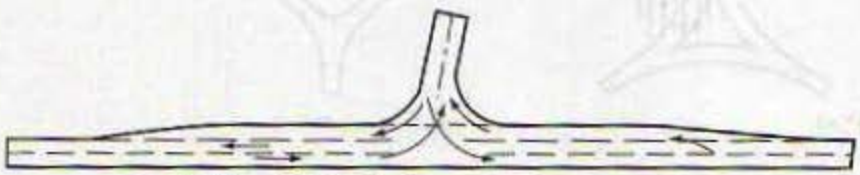
Avenida principal con calles locales



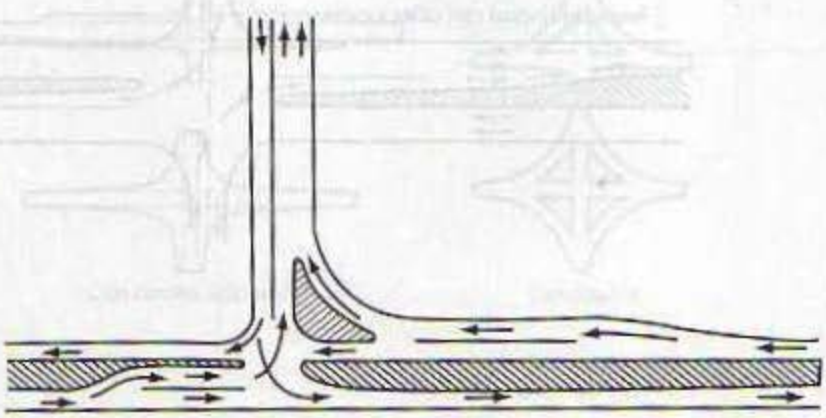
ENTRONQUE "T" SIMPLE (SIN ISLETAS)

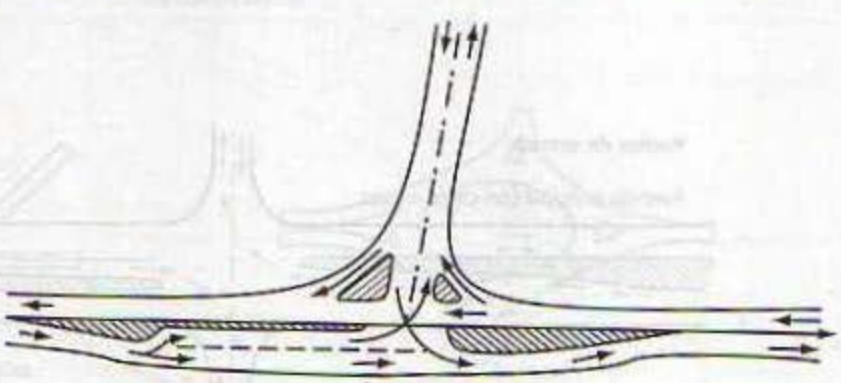


Simple



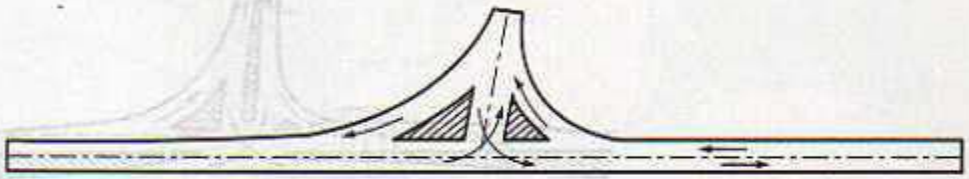
Carril adicional del lado donde entronca el camino secundario



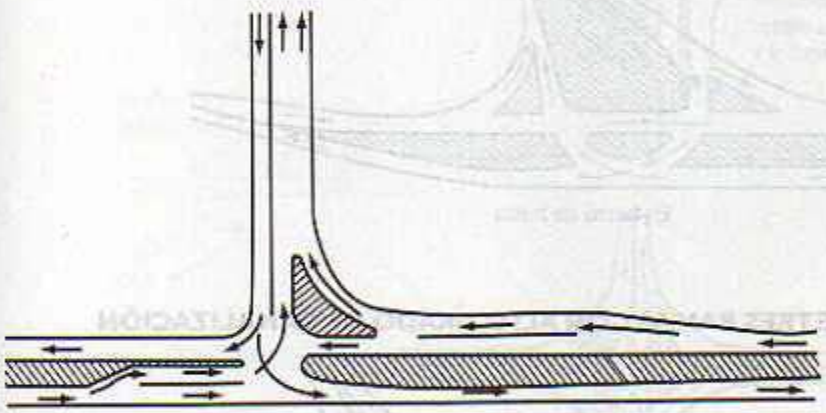


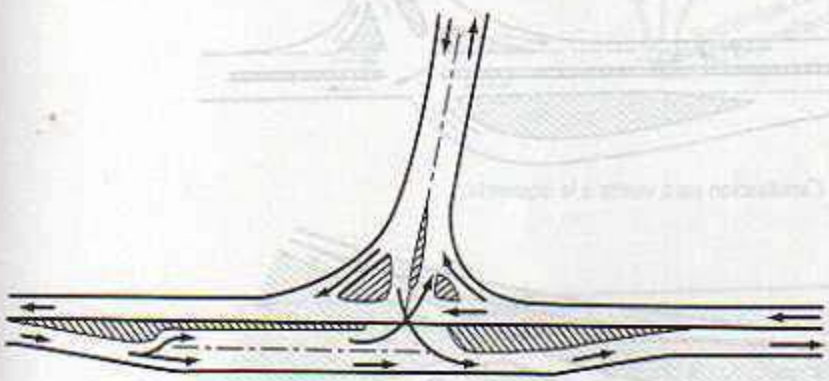
ENTRONQUE "T" CANALIZADO

Con un solo enlace



Con dos enlaces

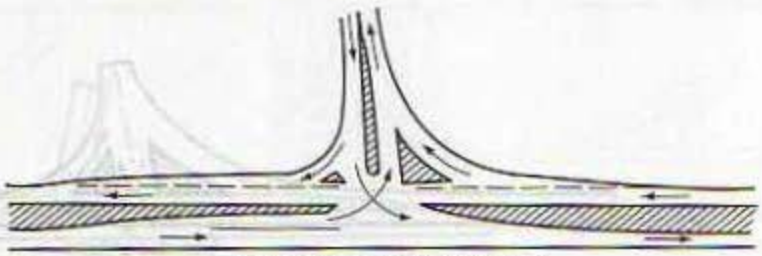




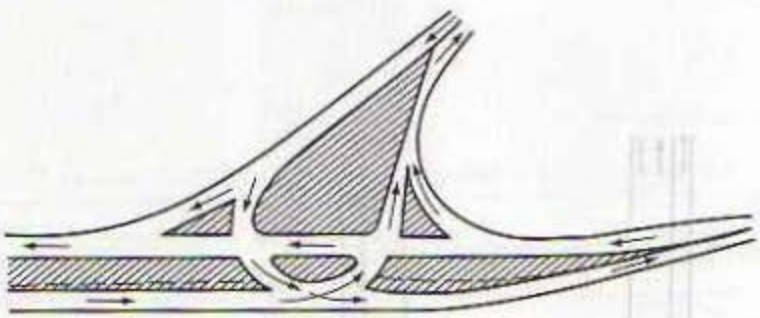
Con isleta separadora y enlaces

ENTRONQUE "T" CON ALTO GRADO DE CANALIZACIÓN

Con isletas separadoras y enlaces

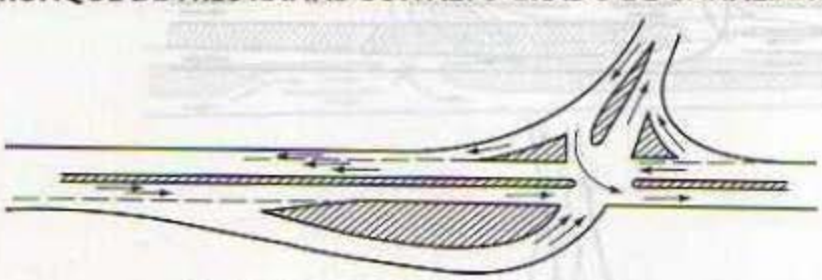


Con carriles en la faja separadora



En forma de bulbo

ENTRONQUE DE TRES RAMAS CON ALTO GRADO DE CANALIZACIÓN

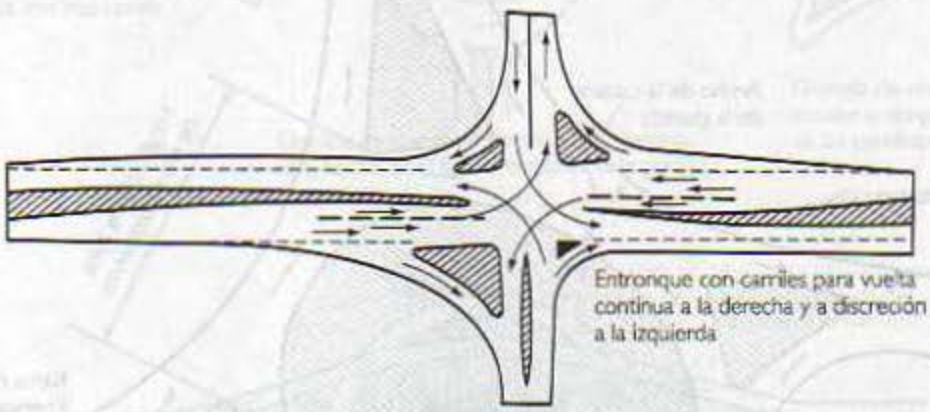


Canalización para vuelta a la izquierda

Canalización para cruce a la izquierda y circulación continua

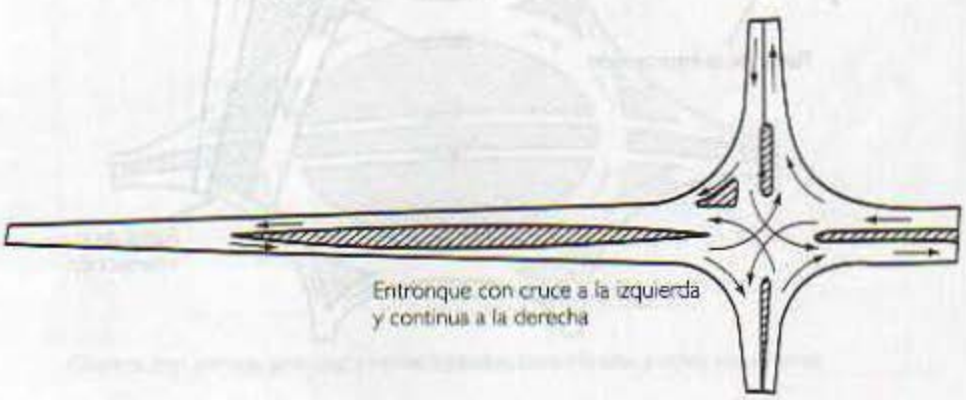
ENTRONQUES CANALIZADOS DE CUATRO RAMAS

Entronque con vuelta a la izquierda y continua a la derecha



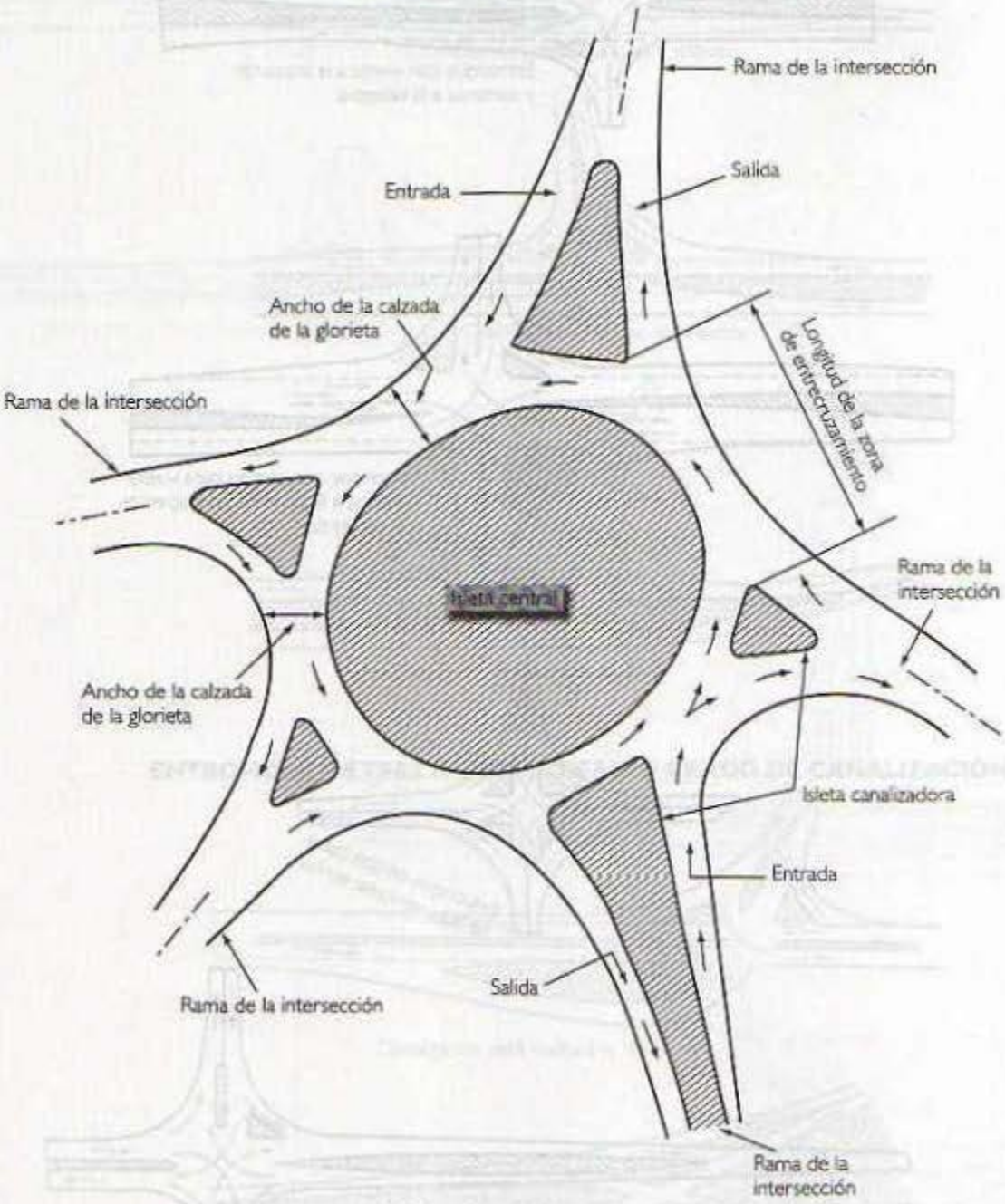
Entronque con carriles para vuelta continua a la derecha y a discreción a la izquierda

Entronque de dos calles de flujo vehicular similar



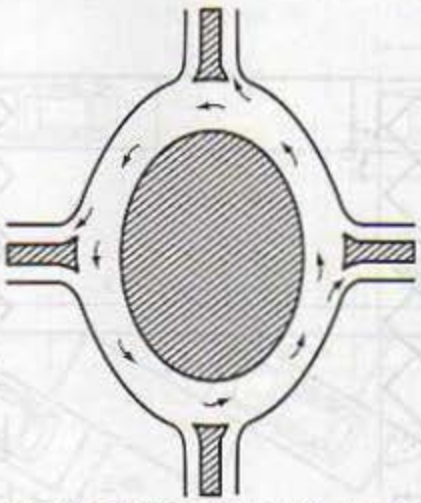
Entronque con cruce a la izquierda y continua a la derecha

TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL PROYECTO DE GLORIETA



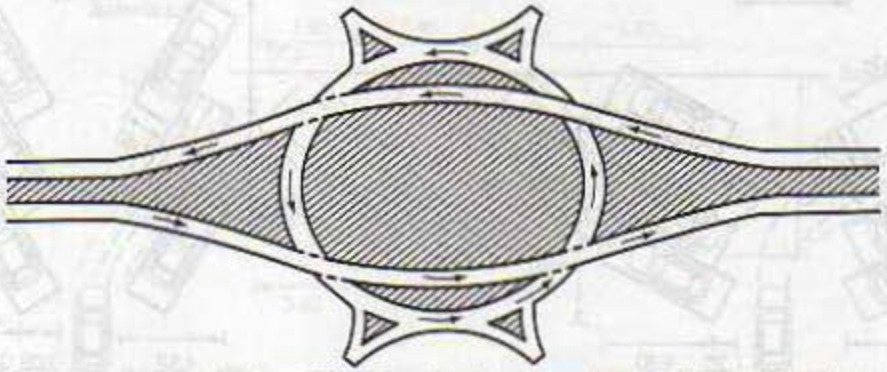
TIPOS DE GLORIETAS

Glorieta con tres ramas

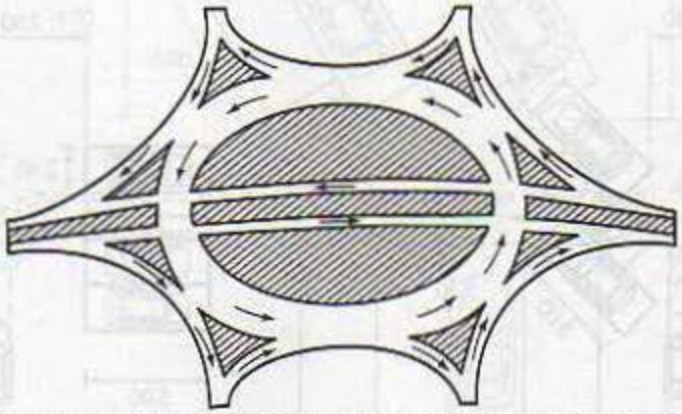


Glorieta de cuatro ramas con isleta alargada, para favorecer el flujo sobre la avenida principal

Glorieta de cinco ramas con isleta circular o alargada, dependiendo de las condiciones de flujo



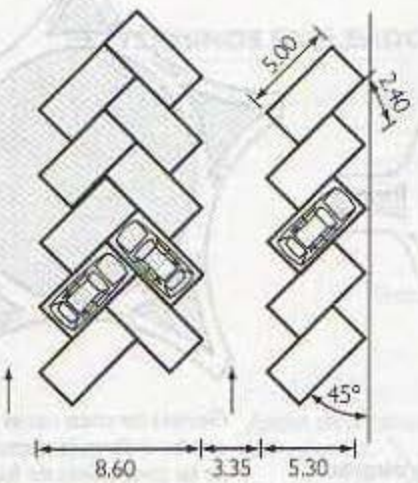
Glorieta con preferencia a la avenida y ramas laterales, para entrecruzamiento y tránsito lento



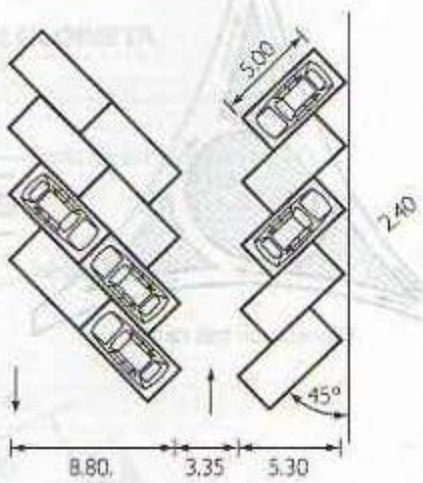
Glorieta con avenida principal y ramas laterales, para tránsito a calles secundarias

ESTACIONAMIENTOS

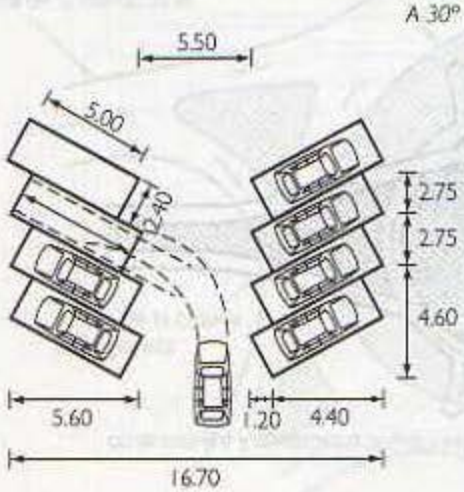
Tipo petatillo 45°



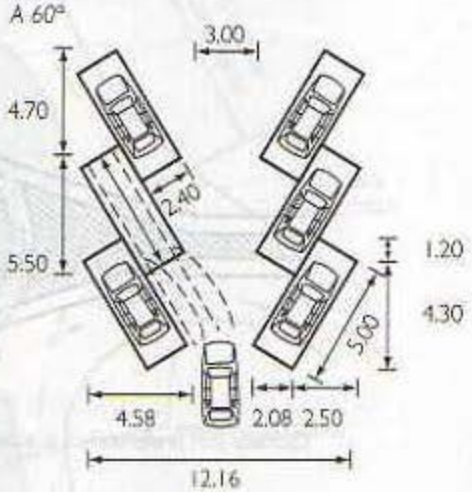
Tipo diagonal 45°



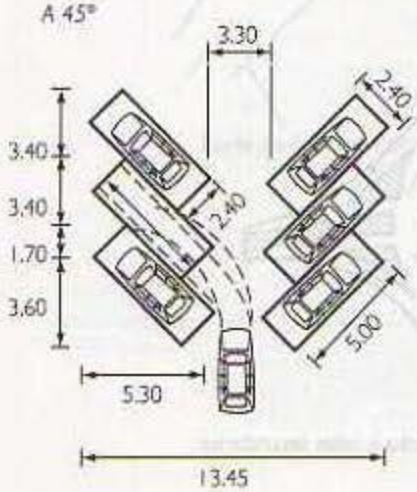
A 30°



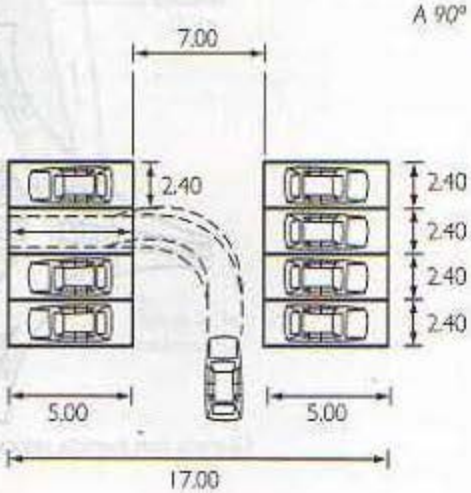
A 60°



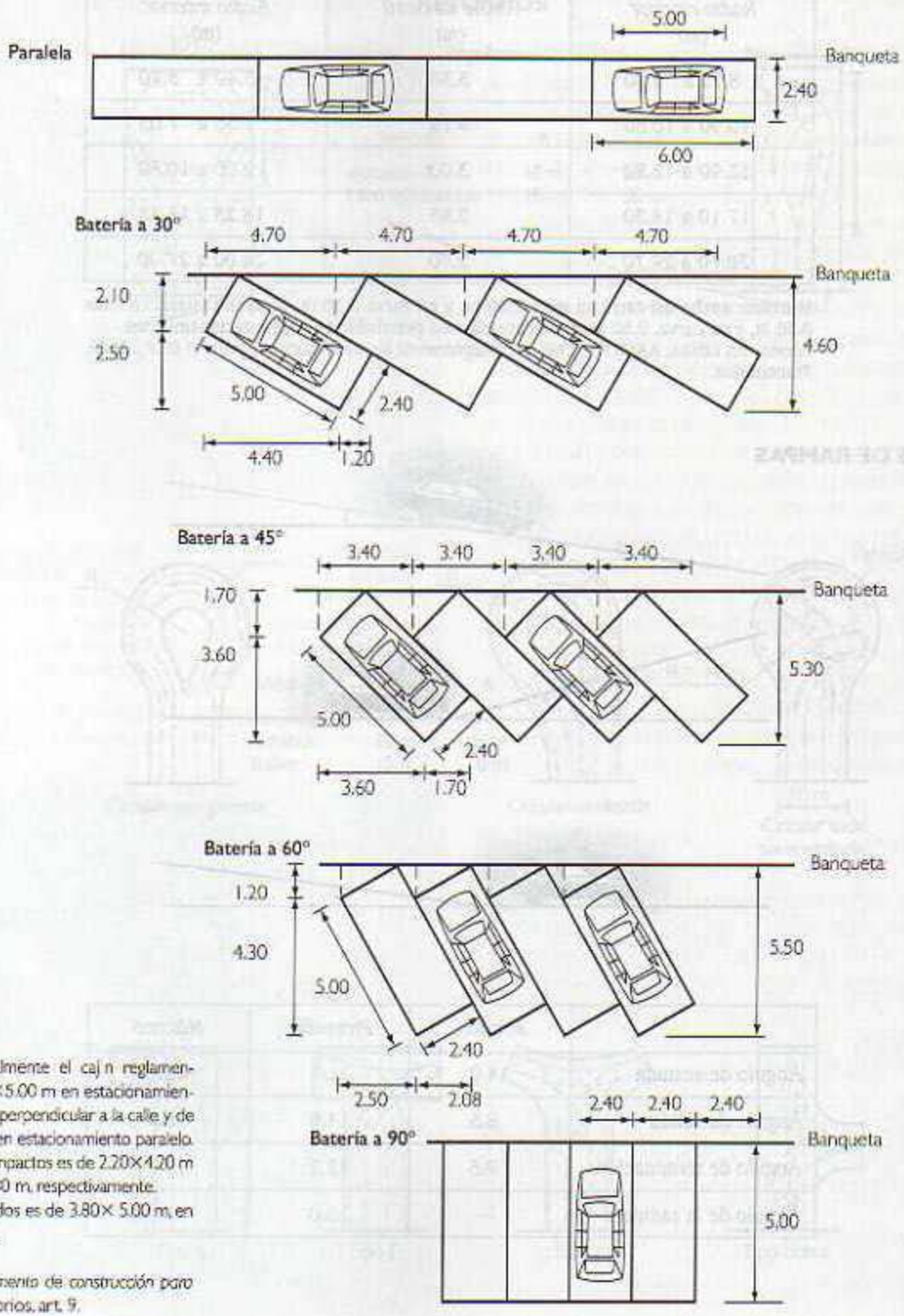
A 45°



A 90°



ESTACIONAMIENTO TEMPORAL EN BANQUETAS



NOTA: Normalmente el cajón reglamentario es 2.40×5.00 m en estacionamiento inclinado o perpendicular a la calle y de 2.40×6.00 m en estacionamiento paralelo. Para autos compactos es de 2.20×4.20 m y de 2.00×4.30 m, respectivamente. Para minusválidos es de 3.80×5.00 m, en perpendicular.

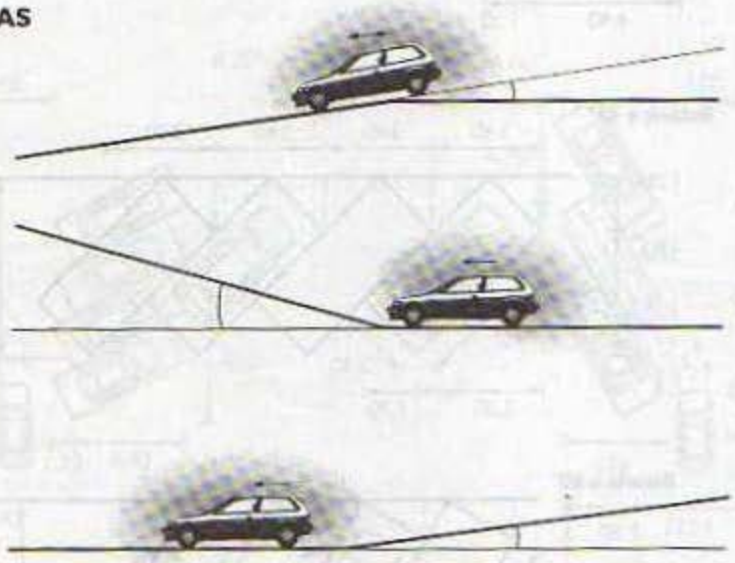
FUENTE: *Reglamento de construcción para el D. F.*, Transitorios, art. 9.

Radios de giro en estacionamientos para rampas y a nivel

Radio exterior (m)	*Ancho de carril* (m)	*Radio interior* (m)
8.70 a 9.00	3.30	5.40 a 5.70
10.90 a 10.80	3.15	7.35 a 7.05
12.90 a 13.50	3.00	9.00 a 10.50
17.10 a 18.30	2.85	14.25 a 15.45
26.70 a 29.70	2.70	24.00 a 27.00

Mínimos: ancho del carril en recta 2.50 m, y en curva 3.50 m, banqueta lateral en recta 0.30 m, y en curva, 0.50 m; pendiente máxima permisible 15 % en estacionamientos.
FUENTE: En tablas, AASHTO, 1994 y en *Reglamento de construcciones para el D. F.*, 2000, Transitorios.

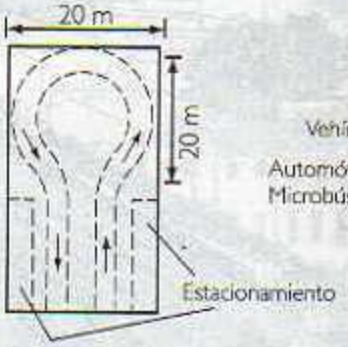
ÁNGULOS DE RAMPAS



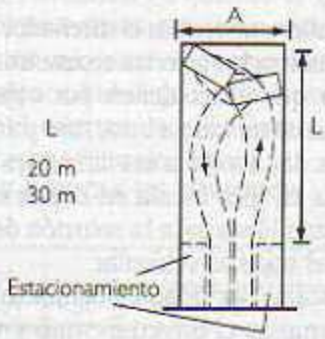
	Mínimo	*Promedio*	*Máximo*
Ángulo de entrada	14.0	21.4	28.6
Ángulo de salida	8.5	14.6	23.5
Ángulo de terminación	9.5	12.2	18.0
Ángulo de la rampa	–	10.0	15.0

RETORNOS

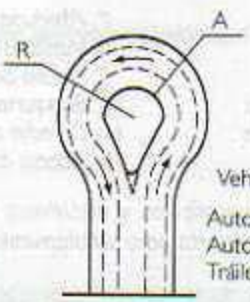
Regulares



Vehículo	A	L
Automóvil	10 m	20 m
Microbús/camión	15 m	30 m

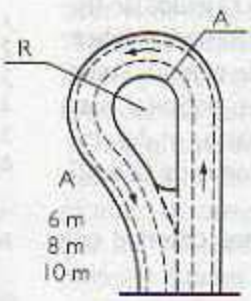


Circulares



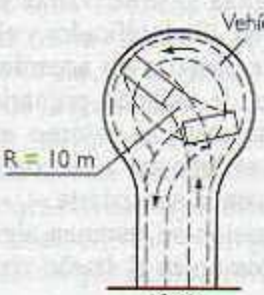
Vehículo	R
Automóvil	10 m
Autobús	13 m
Tráiler	15 m

Circular con glorieta



A
6 m
8 m
10 m

Circular desfasada

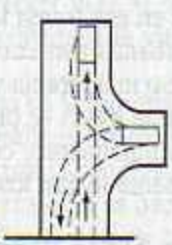


Circular todo pavimentado

Tipo L

Tipo T

Tipo Y



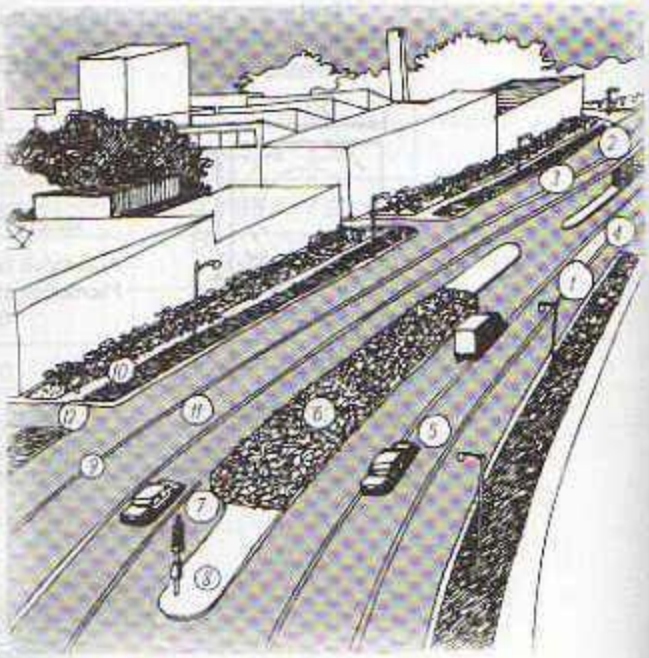
Tipo lateral

CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

El tipo de calles que realiza el diseñador urbano con mayor frecuencia son las arterias secundaria, local y de penetración, ya que éstas tienen por objeto no sólo mover el tránsito de un lado a otro, sino principalmente distribuirlo para dar acceso a las diferentes actividades de la ciudad. Es en esta escala en donde el diseñador puede aportar más ideas para la solución de la relación del peatón con el tránsito vehicular.

A mayor escala (la ciudad en conjunto), el planificador urbano analiza el origen-destino y volumen de flujo de la población, y propone soluciones alternativas complementarias para solucionar esos desplazamientos (transporte público, transporte masivo, etc.). En este nivel se propone el sistema vial primario que tiene ligas tanto con los sistemas secundarios y locales de vialidad, así como su relación de acceso o salida de la ciudad a un sistema vial regional. Las secciones del sistema vial primario se derivan de los cálculos de flujo de planeación. El planificador y el diseñador deben, conjuntamente, llegar a un acuerdo de cómo solucionar los cruces de vialidad primaria o regional, que afectan directamente el entorno urbano, y del tratamiento que se debe dar a las conexiones de la vialidad primaria con la secundaria.

A continuación se resumen algunos criterios que son práctica común en el diseño vial.



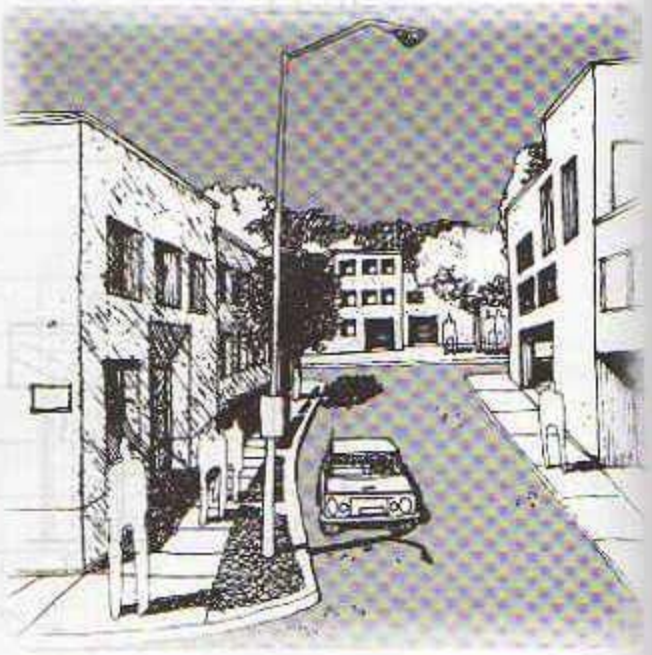
1. *Franja lateral*
2. *Pendiente*
3. *Guarnición*
4. *Radio en esquina*
5. *Ancho de carriles*
6. *Camellones*
7. *Abertura de camellón*
8. *Vuelta a la izquierda*
9. *Ancho de calle*
10. *Banqueta*
11. *Derecho de vía*
12. *Acceso a lotes*

Franja lateral

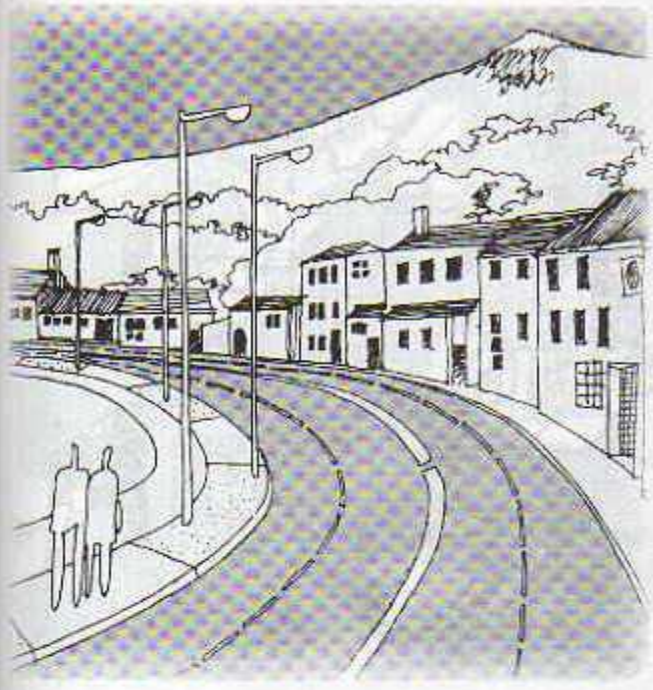
La franja lateral tiene por objeto proporcionar al motorista un recorrido seguro y cómodo. El señalamiento, postería de alumbrado y otros obstáculos que usualmente se colocan demasiado cerca del pavimento son peligrosos y poco visibles para el motorista, por lo que deben colocarse en esa franja lateral.

En calles urbanas con curvas, se recomienda dejar por lo menos 0.50 m de franja verde lateral a partir de la guarnición. De este modo se puede evitar el maltrato de postería o del señalamiento, ocasionado por los golpes que accidentalmente le dan los vehículos.

Franja lateral en banqueta para señalamiento e instalaciones.

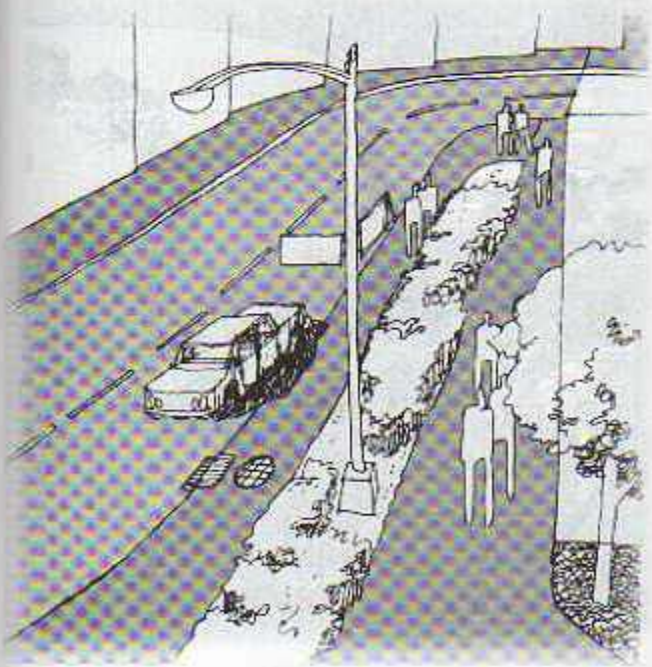


Pendientes en áreas urbanas



Pendientes ligeras para mantener la velocidad del flujo vial.

Cuidar la unión de guarnición y coladeras para evitar encharcamientos.



La vialidad con pendientes no representa problemas en áreas urbanas, ya que por lo general éstas se localizan sobre terrenos sensiblemente planos. Si bien las pendientes máximas recomendables se indican en la tabla siguiente, habrá que considerar que para terrenos planos el mínimo de pendiente es de 0.5% para propiciar el escurrimiento pluvial.

Guarnición y bocas de tormenta

Pendientes (porcentaje)	km/h					
	50	60	70	80	90	100
Terreno plano	8	7	6	6	5	5
En lomerío	9	8	7	7	6	6
Montañoso	11	10	9	9	8	8

La guarnición y las bocas de tormenta están diseñadas para propiciar el desagüe pluvial, y para delinear el bordo de la calle. El ancho de las coladeras o "bocas de tormenta" varía entre 30 y 60 cm, siendo el ancho promedio de 45 cm. Por lo general este ancho es considerado parte de la guarnición.

La altura de la guarnición varía de 10 a 20 cm, siendo 15 cm la más común. Aunque a veces las guarniciones de camellones son de mayor altura para evitar que los vehículos la atraviesen, o simplemente para proteger árboles o flores que en él se encuentran.

Radio en esquinas

El cruce de peatones en esquinas de manzanas y la vuelta de automóviles, son factores conflictivos en la determinación de los radios de calles. Muchos especialistas prefieren pequeños radios en las esquinas (de 3 a 5 m), con objeto de eliminar las vueltas a alta velocidad de los vehículos, y con ello proteger más al peatón. Por otro lado, este pequeño radio dificulta la vuelta de autobuses y camiones.

Al usar un mayor radio en la esquina (más de 10 m), debe procurarse una canalización para el tránsito de intersección. Si no se procura la canalización, los problemas de cruce vehicular y peatonal se hacen muy conflictivos. Sin embargo, con diseño de una canalización, un radio de esquina de 25 m es el más utilizado (para esquemas de canalizaciones *véanse* los croquis siguientes).

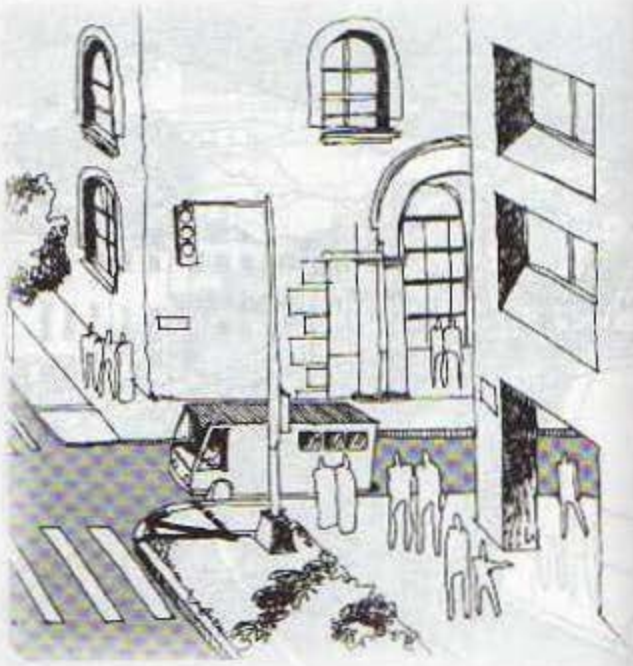
Ancho de carriles en vías

URBANAS

El ancho de los carriles depende de la configuración total del sistema vial y del tipo de tránsito y velocidad a la que circula. También debe considerarse el tipo y el grado de interacción de los carriles laterales, para determinar el ancho de un carril individual.

Un carril puede servir para: *a*) tránsito de paso; *b*) combinación de carril para tránsito de paso y carril de estacionamiento; y *c*) carril de estacionamiento temporal. El ancho de carril difiere con cada uso. Un carril de 3.15 m de ancho, incluyendo la boca de tormenta, es preferible para carriles laterales, éstos también pueden ser utilizados como estacionamiento. Sin embargo, en muchas ocasiones un carril lateral de 3.00 m de ancho es considerado satisfactorio por las bajas velocidades a las que circulan los vehículos que entran y salen de él.

Los carriles interiores o centrales de las calles son frecuentemente más anchos que los laterales, dado que el tránsito se mueve a mayor velocidad. El ancho utilizado comúnmente para estos carriles es de 3.30 m.



Esquinas curveadas para facilitar las maniobras de vuelta.

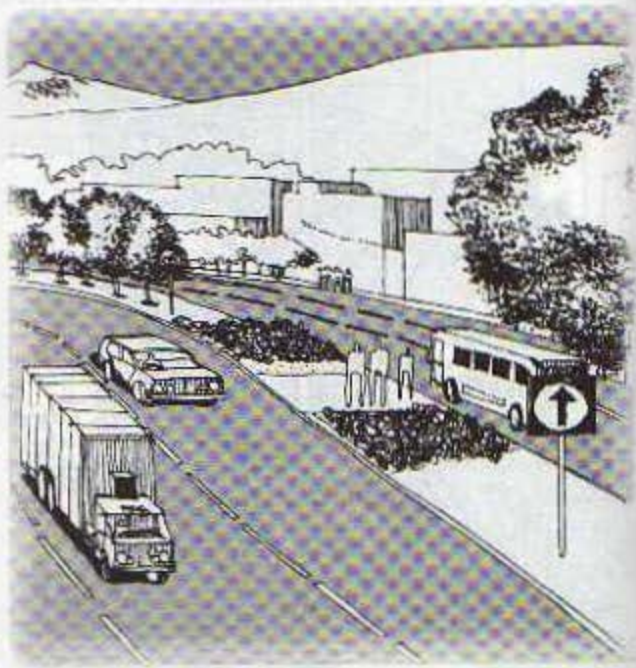
CAMELLONES

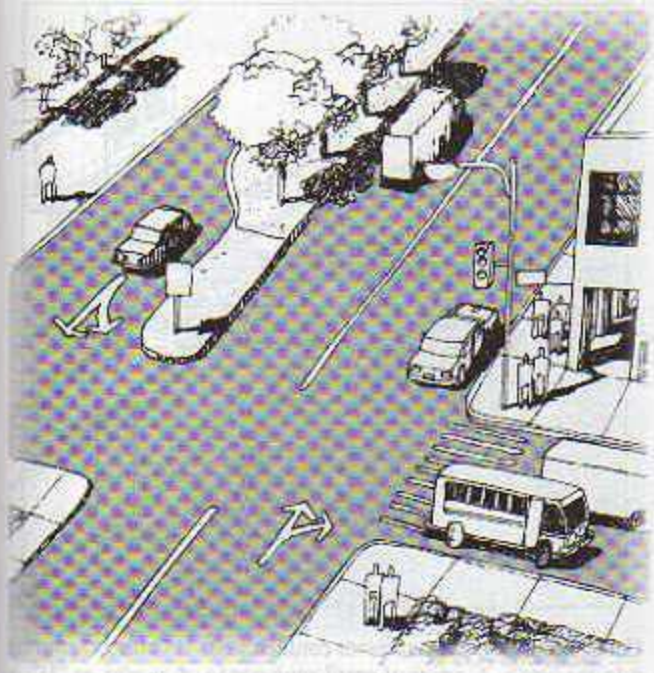
Hay dos tipos de camellones que se utilizan en vialidad: los pintados sobre el pavimento y los alzados con guarnición.

Los camellones alzados se dividen en: *a*) una barrera angosta que se utiliza para evitar vueltas indeseables y reducir las colisiones vehiculares de frente; *b*) los que tienen remetimientos para que, a la vez barrera de tránsito, proporcionen seguridad en los vehículos que dan vuelta desde los carriles de circulación de paso; y *c*) los más anchos que son capaces de proteger la longitud de los vehículos parados atravesadamente entre dos carriles de paso, pero en sentidos contrarios. El ancho promedio de estos tres tipos de camellones alzados es de 2.40 m, 4.60 m y 6.60 m, respectivamente.

Los camellones pintados se dividen en tres tipos que no varían por el ancho, pero sí por el tipo de vuelta que proporcionan. El más común es aquel que designa una vuelta en las intersecciones. El segundo tipo es el llamado "canalización de vuelta continua a la izquierda", el cual dirige los vehículos que darán vuelta hacia la intersección, pero permite que las vueltas se hagan hacia entradas (de casas o almacenes) del lado opuesto de la calle. Finalmente, un tercer tipo de camellón pintado es el que

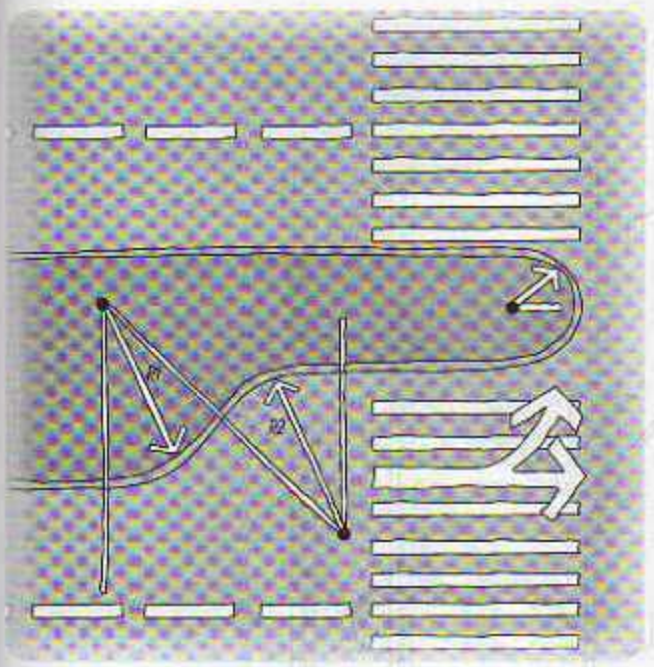
Camellones anchos para dar jerarquía vial y para hacer seguro el cruce de peatones.





Abertura de camellones para permitir el cruce de vehículos.

Remetimientos en camellones para dar vuelta sin obstaculizar la circulación de vehículos.



proporciona una "canalización de vuelta a la izquierda para doble sentido", en el cual es posible dar vuelta a lo largo del camellón, sin importar el sentido en que venga el vehículo. El ancho promedio de los camellones pintados es de 3.30 m (*véanse* croquis, p. 254).

Abertura en camellones

Las aberturas de los camellones tienen gran efecto sobre la capacidad operacional de la calle. Por lo general, cada localidad determina en forma individual en dónde deja abierto el camellón. Sin embargo, el criterio más utilizado es dejar aberturas en bocacalles o en las principales intersecciones de calles, como un refugio seguro al peatón que cruza la calle, y para proporcionar suficiente longitud de parada vehicular para que los que van a dar vuelta no estorben a los que circulan (*véase* tabla, p. 223).

Vuelta a la izquierda

El diseño de los remetimientos en camellones utilizados para dar vuelta puede seguir dos criterios básicos: *a*) el remetimiento debe ser muy visible y, por tanto, el quiebre del camellón debe ser abrupto (para ahorrar espacio); o bien *b*) la entrada al remetimiento debe ser fácil y los quiebres deben ser largos siguiendo el movimiento de los vehículos. El largo de esos remetimientos en camellones debe ser estimado en función de la máxima longitud de espera vehicular en la vuelta, que en algunos cruces de calles llega hasta 65 m.

Ancho de arroyo (*véase* "jerarquía vial")

El arroyo es la porción de la calle diseñada para servir al tránsito vehicular. Su ancho consiste en dos elementos: el ancho de la superficie pavimentada y el ancho del camellón.

En zonas urbanas viejas o céntricas, el ancho del derecho de vía de la calle y factores económicos limitan el ancho del arroyo. En esos casos, es muy común encontrar un ancho de 12 a 16 m para una calle de dos carriles.

En zonas de la periferia urbana que apenas se están urbanizando, la tierra cuesta menos y puede ser obtenida sin tanta dificultad como en el centro. Una avenida de cuatro carriles promedia 20 m de ancho, incluyendo camellón, y para seis carriles el ancho de 28 m es común, también incluyendo camellón.

Banqueta y franja jardinada

Esta porción lateral de vialidad está destinada a la circulación peatonal y para alojar las redes de servicio y aparatos de control de tránsito. También proporciona un área para embellecer la calle.

El ancho predominante de banquetas en zonas residenciales es de 1.50 a 3.00 m, a veces incluye una franja para jardinería, que va de la guarnición al pavimento de la banqueta.

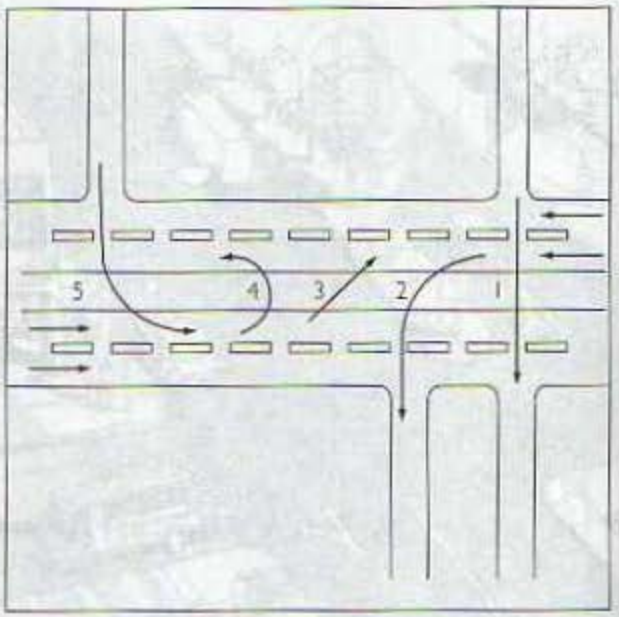
Sin embargo, se recomienda que se deje adicionalmente otro tanto de ancho, para que la franja jardinada cuente visualmente al podérsele sembrar arbustos y árboles.

Derecho de vía

No hay estándares que reglamenten el derecho de vía de las arterias principales. Sin embargo, la práctica común considera de 12 a 28 m de derecho de vía, que incluye el arroyo pavimentado, el camellón y las franjas laterales de banquetas con áreas jardinadas.

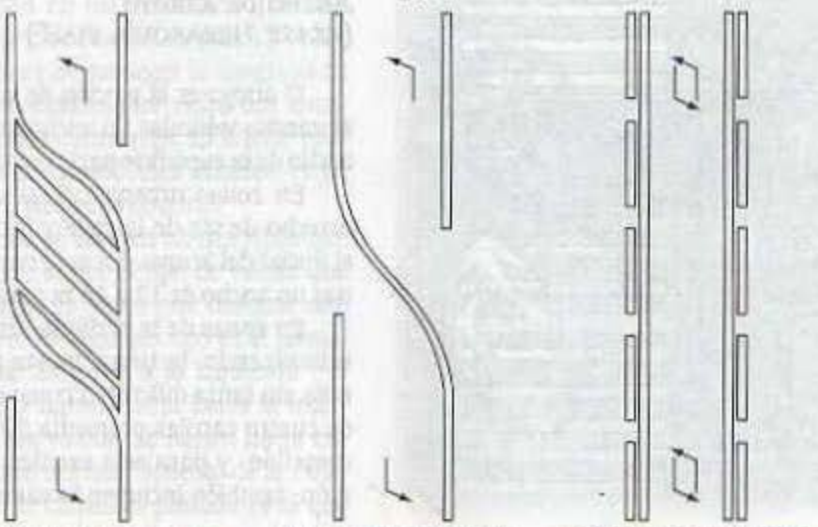
Aparte de los derechos de vía para calles, frecuentemente atraviesan por ciertas zonas de la ciudad, líneas de alta tensión, vías de ferrocarril, cauces de ríos, etc., los cuales tienen también derechos de vía. Éstos generalmente varían de 20 a 40 m (*véase* cap. 1).

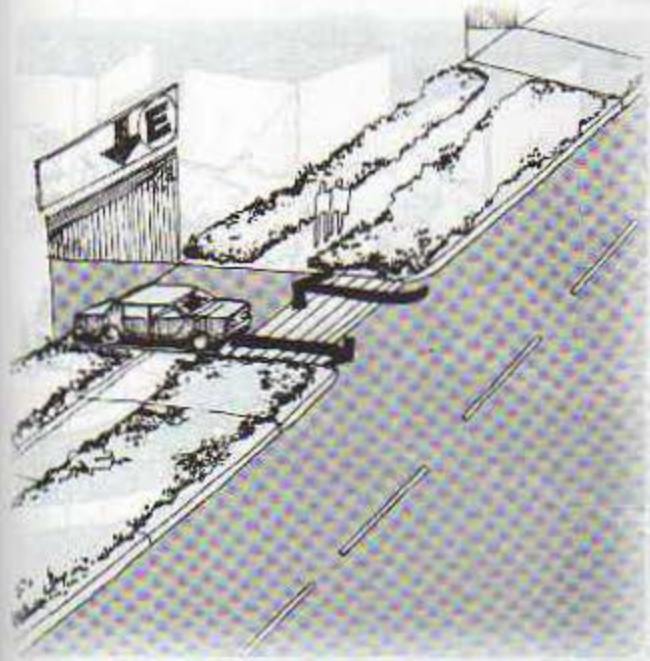
Excepto por el ferrocarril, los demás derechos de vía pueden ser utilizados con propósitos recreativos, evitando así que valiosa tierra urbana permanezca ociosa.



Camellón alzado para eliminar conflictos en: 1. Cruces, 2. vuelta a la izquierda, 3. pasar al carril equivocado, 4. vuelta en "U", y 5. vuelta a la izquierda.

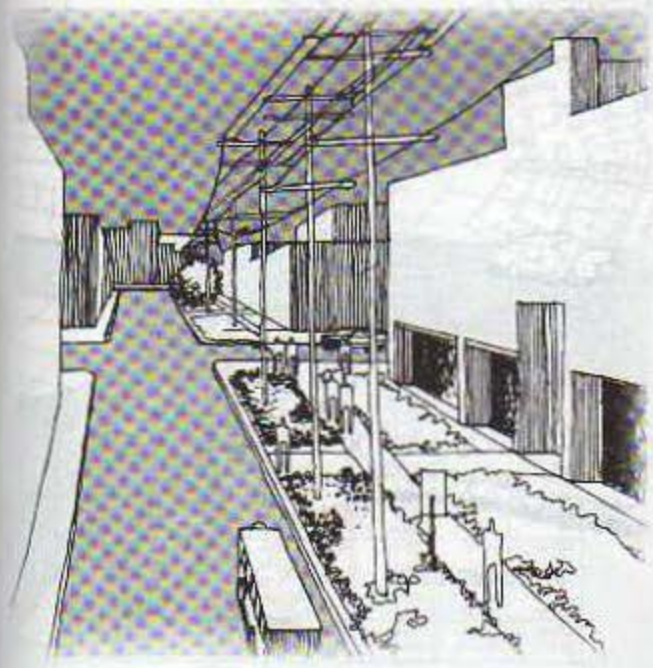
Camellón pintado para permitir vueltas.





Acceso a lotes separados del arroyo pavimentado, para no entorpecer la circulación vehicular.

Banqueta jardinada para hacer más agradables los recorridos peatonales y alojar las redes de infraestructura.



Acceso a lotes

Aunque no hay reglamentos que controlen el acceso vehicular a los lotes, hay que considerar que éstos son posibles puntos conflictivos con la calle, puesto que hacen que se reduzca la velocidad de tránsito vehicular.

Aunque en zonas residenciales esto no es tan importante, en las arterias principales se puede volver motivo de embotellamientos y caos en la circulación. Por tal motivo se recomienda que estos carriles de acceso vehicular a lotes sean anchos (de 3.60 a 7.20 m), para que el acceso sea fluido, preferentemente haciendo que sólo sean de un sentido. También debe buscarse que estos accesos estén separados entre sí (varios cajones de estacionamiento) y alejados de las esquinas.

Autobuses

Los autobuses son la modalidad terrestre más utilizada de transportación pública; razón por la cual las paradas deben ser diseñadas apropiadamente. Se recomienda construir un remetimiento en la banqueta para que el autobús al detenerse no obstruya el tránsito vehicular de la calle. En las paradas frecuentemente se colocan pequeñas casetas de espera (*véase* cap. 14).

Como usualmente varias líneas de autobuses circulan por las mismas calles, para evitar la aglomeración de autobuses en las paradas se recomienda que éstas sean distantes entre sí (dos a cuatro cuadras), posiblemente separando las líneas por parada.

Las paradas de autobuses, regularmente, son lugares de aglomeración, por lo cual deberá procurarse que sean espaciosas y diseñadas de tal modo que los usuarios puedan descansar mientras esperan, para que al entrar el autobús lo hagan ordenadamente formando una sola fila.

Deberá preverse lugar para un teléfono público y para el señalamiento de las rutas de autobuses. Es frecuente encontrar en la proximidad estantes de venta de periódicos, aseadores de calzado, tiendas que venden cigarros y refrescos, etc. El diseño de la parada debe prever la ubicación de estos servicios, para evitar conflictos con el movimiento de abordar o descender del autobús.

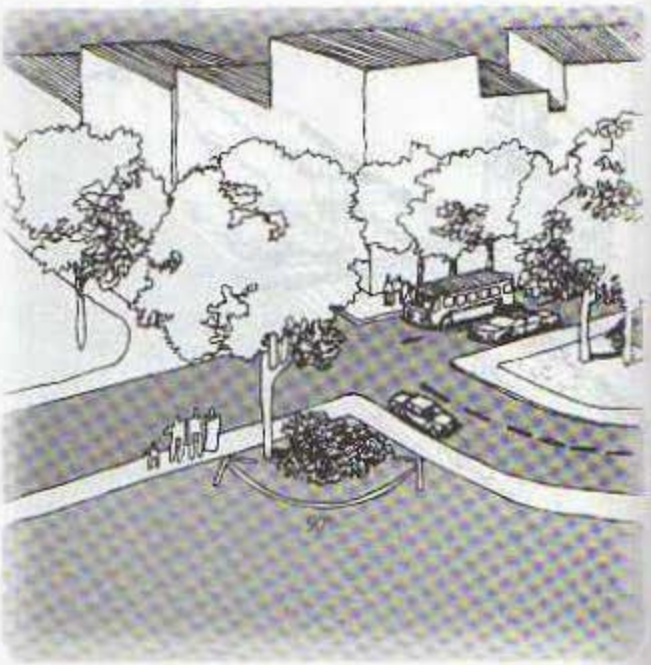
Cruce de calles

Se deberá procurar que todas las intersecciones de calles sean a 90° para que los vehículos que cruzan

tengan iguales condiciones de visibilidad. En caso de que las calles sean diagonales, y si hay terreno disponible, deberá diseñarse el cruce en ángulo recto, tal como se muestra el croquis lateral, dejando un área jardinada para peatones.

Cuando el cruce de peatones es intenso, las calles en ángulo recto procuran mejores condiciones de visibilidad, por lo que se recomienda adoptarlas como norma.

Si son inevitables los cruces en calles diagonales, éstos sólo deben permitirse cuando la circulación sea de un sentido, para reducir en lo posible las probabilidades de colisión. En ese caso, es recomendable agregar un carril para vueltas, incorporar isletas de canalización o instalar semáforos en el cruce.



Cruces de calles en ángulo recto para propiciar óptimas condiciones de visibilidad, tanto para conductores como para peatones.

Cruce para peatones

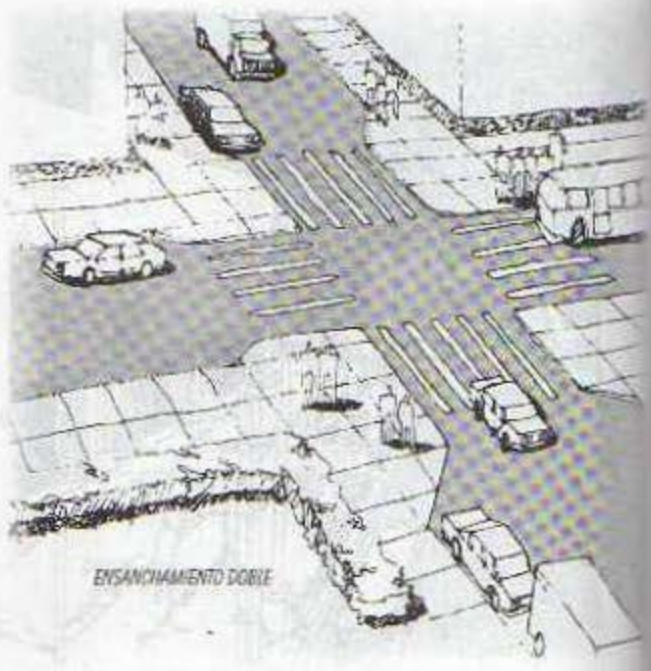
Es recomendable facilitar el cruce de peatones, sobre todo en calles de mucho tránsito, ensanchando la banqueta en las esquinas. El croquis lateral muestra el criterio de diseño.

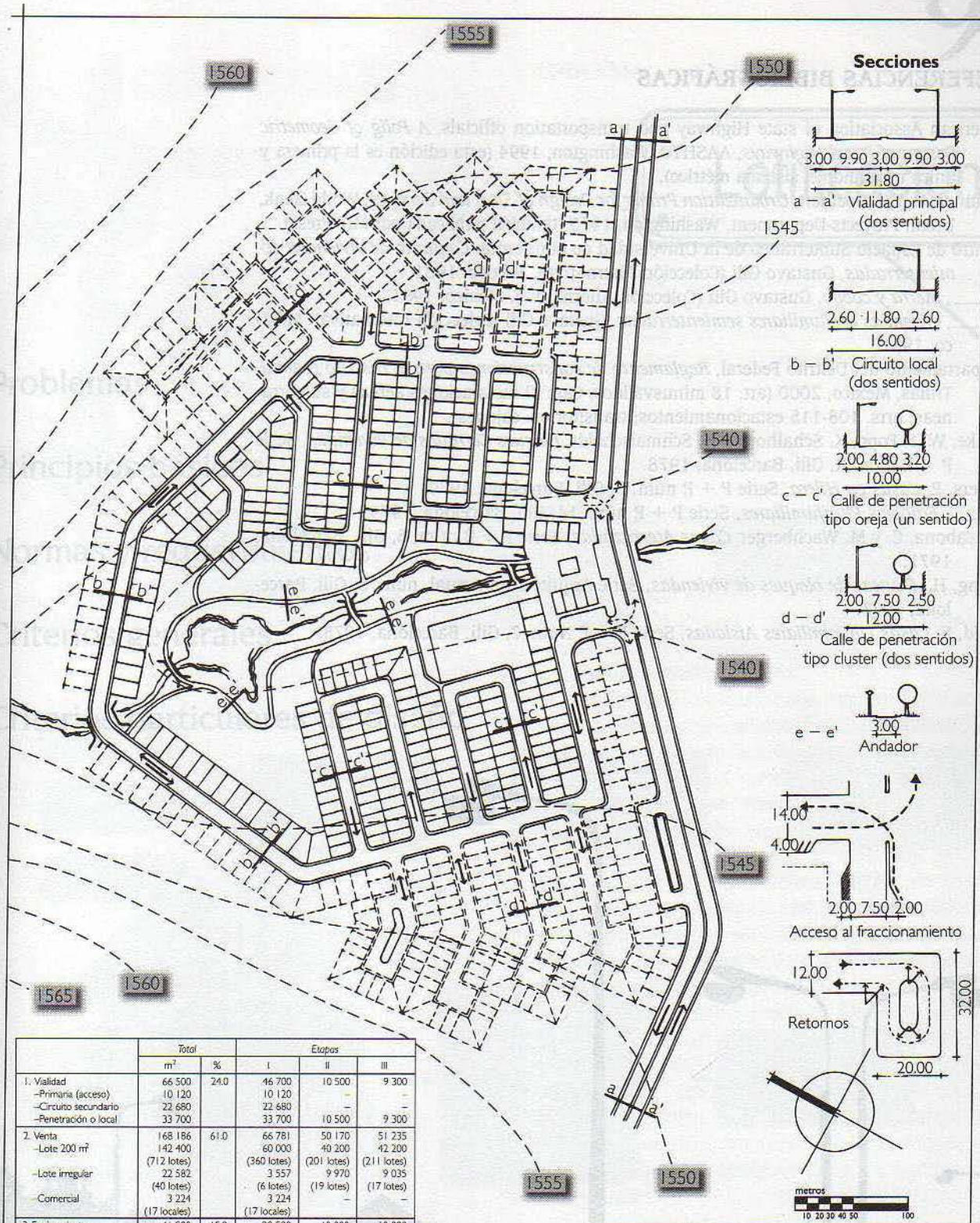
La aplicación de este criterio es particularmente útil en zonas céntricas de la ciudad, en las que el flujo peatonal es considerable. Además, se marcan muy bien los cajones de estacionamiento y se evita que los automóviles invadan las esquinas entorpeciendo el cruce peatonal. Se recomienda hacer calles de un solo sentido, para aprovechar mejor su sección y para evitar que las maniobras de estacionamiento entorpezcan la circulación vehicular.

En cambio, en zonas residenciales de la periferia, con un simple cambio de pavimento en las esquinas es suficiente para anunciar al conductor el cruce de peatones.

Para propiciar fluidez en el cruce peatonal en áreas céntricas congestionadas, se debe procurar que la franja rayada peatonal sea por lo menos de 3.00 m.

Ensanchar banquetas en cruces, para brindar al peatón condiciones seguras en el cruce.





Secciones

a – a' Vialidad principal (dos sentidos)

b – b' Circuito local (dos sentidos)

c – c' Calle de penetración tipo oreja (un sentido)

d – d' Calle de penetración tipo cluster (dos sentidos)

e – e' Andador

Acceso al fraccionamiento

Retornos

	Total		Etapas		
	m²	%	I	II	III
1. Vialidad	66 500	24.0	46 700	10 500	9 300
–Primaria (acceso)	10 120		10 120	–	–
–Circuito secundario	22 680		22 680	–	–
–Penetración o local	33 700		33 700	10 500	9 300
2. Venta	168 186	61.0	66 781	50 170	51 235
–Lote 200 m²	142 400		60 000	40 200	42 200
	(712 lotes)		(360 lotes)	(201 lotes)	(211 lotes)
–Lote irregular	22 582		3 557	9 970	9 035
	(40 lotes)		(6 lotes)	(19 lotes)	(17 lotes)
–Comercial	3 224		3 224	–	–
	(17 locales)		(17 locales)		
3. Equipamiento	41 500	15.0	28 500	10 000	10 000
–Áreas de juego	2 000		2 000	–	–
–Escuelas	4 500		4 500	–	–
–Plaza	2 500		2 500	–	–
–Áreas verdes	32 500		12 500	10 000	10 000
Total	276 186	100.0	134 981 (48.9 %)	70 670 (25.6 %)	70 535 (25.5 %)

Simbología: ⟶ Sentido de la circulación (evitar cruceros vehiculares en el interior)

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: VIALIDAD — No. DE PLANO: 03

PROYECTO	APROBO	ESCALA	CLAVE
JAN BAZANT	J.B.	1:1000	P U
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of state Highway and transportation officials, *A Polig of Geometric Design of Rural Highways*, AASHTO, Washington, 1994 (esta edición es la primera y única utilizando el sistema métrico).

Caminos, H. y G. Goethert, *Urbanization Primer for Design of Sites and Services*, World Bank, Urban Proyects-Department, Washington, 1975 (también publicada por MIT Press).

Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota, *Conjunto de viviendas semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Tierra y cobijo*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Viviendas unifamiliares semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

Departamento del Distrito Federal, *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2000 (art. 18 minusválidos, Cap. III instalaciones aéreas y subterráneas, arts. 108-115 estacionamientos; transitorios- cajones).

Finke, W., F. Popp, K. Schalhorn y H. Schmalscheidt, *Bloques Cerrados de Viviendas*, Serie P + P, núm. R, Gili, Barcelona, 1978.

Peters, P., *Casas en Hilera*, Serie P + P, núm. B, Gili, Barcelona, 1979.

_____, *Edificios Plurifamiliares*, Serie P + P, núm. 14, Gili, Barcelona, 1979.

Riccabona, C. y M. Wachberger, *Casas Aterrazadas*, Serie P + P, núm. 6, Gili, Barcelona, 1977.

Sting, H., *Plantas de bloques de viviendas*, Serie Arquitectura Actual, núm. 8, Gili, Barcelona, 1973.

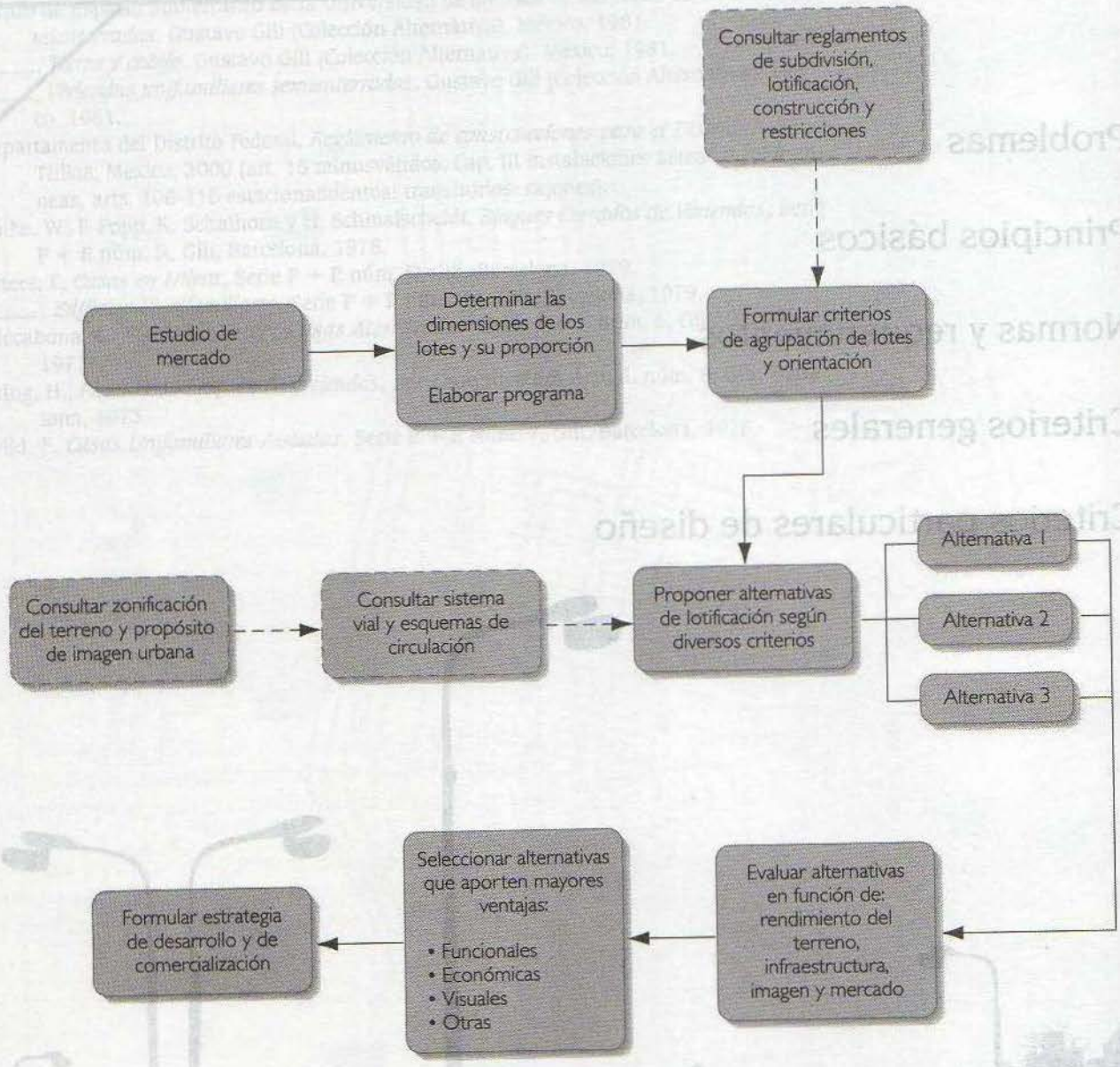
Wild, F., *Casas Unifamiliares Aisladas*, Serie P + P, Núm. 7, Gili, Barcelona, 1978.

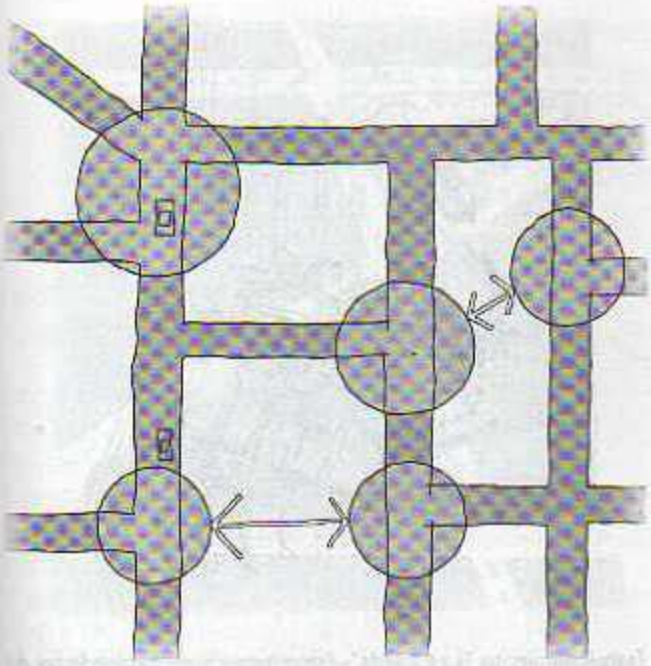
9

Lotificación

- Problemas
- Principios básicos
- Normas y requerimientos
- Criterios generales
- Criterios particulares de diseño

METODOLOGÍA DE DISEÑO: LOTIFICACIÓN





El crecimiento urbano anárquico propicia discontinuidad vial y de infraestructura, lo cual se traduce en ineficiencia del sistema urbano.

Fraccionamiento "La Cañada". *Asignación de usos del suelo, según cualidades naturales y ambientales del terreno.*

PROBLEMA

El crecimiento urbano espontáneo se caracteriza por una lotificación con incipiente estructura urbana; por tanto, es irregular con variaciones dimensionales de manzanas, lotes y calles, lo cual lo hace más costoso de dotar de infraestructura de servicios.

El desarrollo urbano sin planeación obstaculiza la ordenación en la circulación y de los servicios, puesto que diversos patrones urbanos proponen diferentes sistemas de servicios y circulación, que al unirse, provocan conflictos de tránsito e ineficiencias en el abastecimiento de servicios.

PRINCIPIOS BÁSICOS

La lotificación debe estar funcionalmente articulada con las urbanizaciones colindantes y tener una estrecha relación funcional.

La lotificación debe estar adaptada al medio natural, incorporando al diseño las condiciones de topografía, vientos, asoleamiento, hidrografía, suelos, vegetación y vistas (*véase* cap. 5).

La lotificación debe buscar una estructuración del espacio, estableciendo un ordenamiento en el uso del suelo. La propuesta de zonificación trata con la agrupación de actividades por zonas, como: habitacional, comercial, recreativa, equipamiento, etcétera (*véase* cap. 6).

La lotificación debe propiciar la interrelación de actividades a través de diversas modalidades de circulación (vehicular, peatonal, ciclista y otras), proponiendo una estructura y jerarquía vial. Estructura funcional que ofrezca orientación, sentido y secuencias de desplazamiento internos y su relación con el sistema de circulación exterior (*véanse* caps. 2 y 8).

La lotificación debe promover o fortalecer una imagen urbana memorable, que articule espacialmente los diversos edificios de la comunidad con los atributos naturales del lugar. Debe buscar la interrelación de espacios urbanos (*véanse* caps. 3 y 13) uniendo armónicamente el origen de los recorridos (vivienda) con los destinos (equipamiento, lugares de trabajo), creando secuencias visuales interesantes.

NORMAS Y REQUERIMIENTOS*

SUBDIVISIONES DE LA TIERRA

Los centros urbanos se están expandiendo rápidamente como resultado de la explosión demográfica y la inmigración rural, convirtiendo la dotación de servicios en uno de los más críticos problemas urbanos.

Asimismo, la escasez de terreno para urbanizar y el constante incremento de su valor obligan a buscar soluciones eficientes en usos del suelo, que reduzcan o eliminen el exceso de vialidad y de tierra "muerta", sin uso aparente. Tal sería el conocido caso de Ciudad Netzahualcóyotl –una lotificación de 440 ha con lotes de 150 a 200 m², con calles de 16 a 20 m y avenidas de 30 a 60 m, que permanecen desaprovechadas pues sus residentes son de bajos ingresos y la mayoría carecen de automóvil.

De aquí que los criterios de trazado urbano (vialidad) y lotificación adquieran importancia, pues de ellos dependerá en gran medida la eficiencia de las redes de servicio y del uso del suelo.

La lotificación se puede enfocar de dos maneras, que deben ser complementarias entre sí:

- Considerando las redes de servicios.
- Considerando el dimensionamiento del loteo.

Redes de servicios: los sistemas de infraestructura tienen dos componentes básicos:

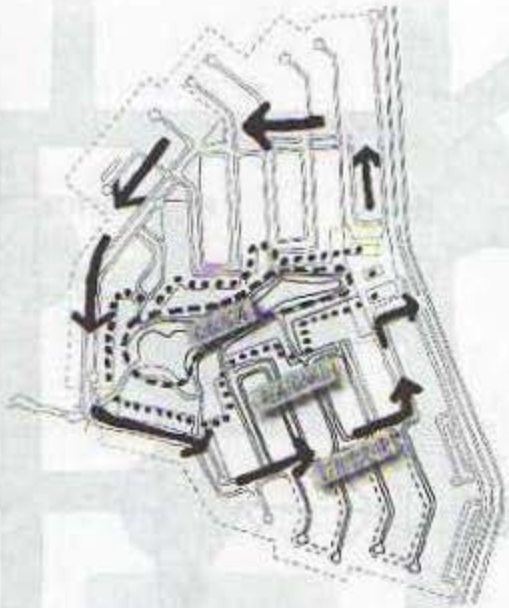
- Propiamente las líneas de distribución y colectores, y las
- áreas de servicio (lotes o grandes sectores que han de servir con las redes).

Las líneas de distribución usualmente van siguiendo las circulaciones: carreteras, calles, banquetas o andadores.

Los factores que inciden en la lotificación y la distribución de redes de servicios son los siguientes:

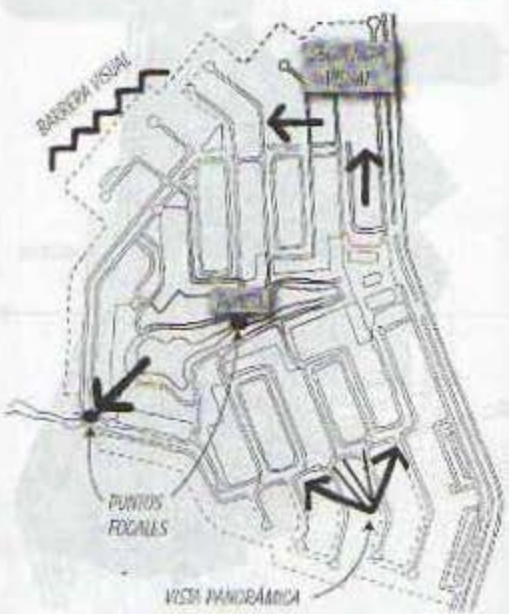
- Dimensiones de los lotes.
- Ancho de los lotes.

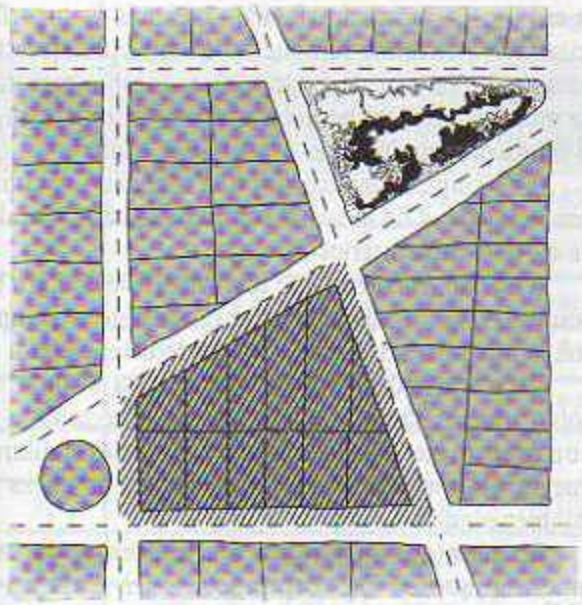
*Adaptado de H. Caminos, 1971 y 1975.



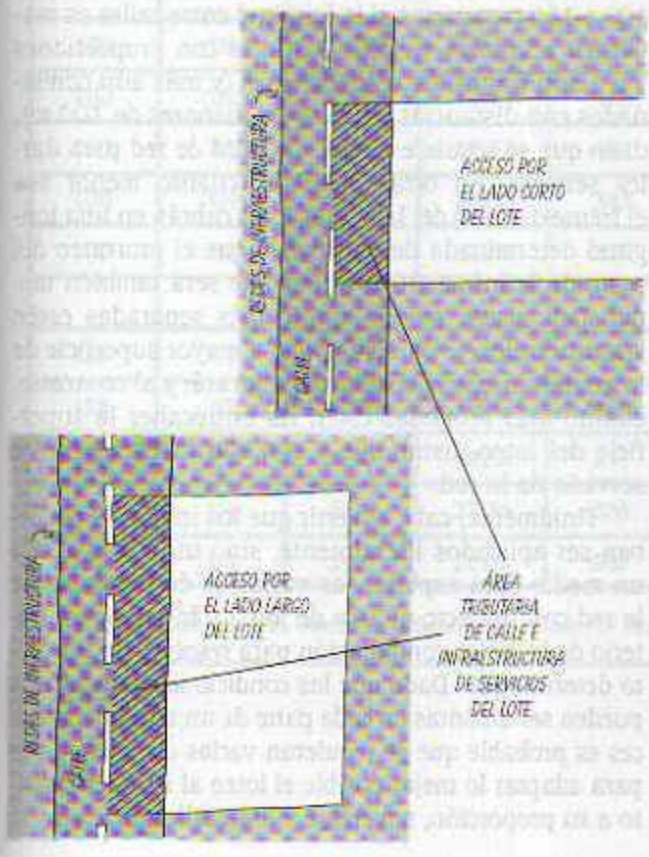
Fraccionamiento "La Cañada". *Estructuración de modalidades de circulación por circuito.*

Fraccionamiento "La Cañada". *Articulación visual de los recorridos para hacerlos interesantes y placenteros. Estrecha cercanía con el medio natural.*





La longitud de la infraestructura se mide por el eje de las calles, mientras que las áreas servidas son las interiores azuradas.



- Acceso al lote (de qué lado del lote, si es del lado corto o del largo).

El sistema de redes está definido como un sistema de líneas dentro de un plano de servicios, cruzándolo en cualquier dirección, como se muestra en el croquis lateral.

Las áreas servidas deben incorporar a su superficie un área tributaria perteneciente a la calle o redes que pasan a un lado tangente al lote.

La eficiencia de las redes puede ser definida como la relación que guarda la longitud de las redes, respecto de las áreas servidas circunscritas adentro por la red. Esta eficiencia puede ser expresada como sigue:

Eficiencia de la red = valor R = longitud de red/área servida.

El valor R varía en proporción inversa a la eficiencia de la red. O sea, que cuanto más chico es R mayor nivel de eficiencia de la red de servicios habrá en la lotificación o, por el contrario, si el valor R es grande la eficiencia de las redes tenderá a disminuir.

Dimensión del lote: la proporción del área para determinar el dimensionamiento del loteo puede ser expresada como sigue:

$$\frac{\text{Lado corto}}{\text{Lado largo}} = 1 \text{ a } 1,\ 1 \text{ a } 2,\ 1 \text{ a } 3,\ 1 \text{ a } 4 \text{ y } 1 \text{ a } 5$$

Modo de acceso a la red

La conexión a las redes para el abastecimiento de servicios se hace por cualquier lado del lote, siempre que éste sea tangente a la calle.

La red implica, al menos, una dirección en el proporcionamiento del lote. Cuando se llega a considerar una dirección en la distribución de servicios, éstos deberán tener conexiones transversales para poder estructurar la red.

De la tabla de las páginas siguientes se desprenden las observaciones que citamos a continuación:

Cuanto mayores son la superficies del lote más pequeño R, es decir, cuanto más pequeño es el número de conexiones a las redes, más pequeño es R.

Cuanto más pequeña es la proporción corto-largo, más pequeño es R, puesto que sólo se da conexión a la red por el lado angosto de los lotes, que es el caso más común.

Cuanto más grande es la proporción corto-largo, más pequeño es R, puesto que se da conexión al lote por el lado largo, que es el caso menos frecuente.

Los valores son similares cuando los lotes tienen la misma superficie, aproximadamente.

El valor R puede ser eficiente si cae dentro de los siguientes rangos:

		Superficie de lotes (m²)			
		Menos de 150	150-300	300-450	Más de 450
Índices	A	400 +	350-510	280-420	240-370
	B	300-400	250-350	220-280	175-240
	C	230-300	180-250	150-220	130-175

A = ineficiente.
B = aceptable.
C = eficiente.

La tabla siguiente muestra que los valores R se obtienen de la relación en la superficie del lote, su proporción corto-largo y la distancia entre la intersección de calles. La tabla se consulta para determinar qué combinación de las variables seleccionadas es eficiente.

La tabla se puede manejar como sigue: se selecciona la superficie del lote y su proporción corto-largo. Se consulta la tabla para determinar el espaciamiento entre calles. Se deben hacer algunos intentos, variando superficie, proporción y espaciamiento hasta encontrar la más adecuada.

Si el patrón urbano condiciona un espaciamiento de calles, entonces se busca qué superficie y con qué proporción se deben proponer los lotes para mantener eficiente la relación entre redes y áreas servidas. Se deberá recordar que la longitud de la red se cuantifica al centro de la calle o andador (en m). El área servida por la red consta de la superficie de lote más la superficie tributaria de calle y banqueta (en m²), que sirven de acceso al lote, siendo la superficie total el resultado de multiplicar el ancho del lote por la distancia, desde el fondo del lote hasta el centro de la calle.

Por ejemplo, para evaluar una manzana se cuantifica la longitud de la red al centro de la calle y se divide entre el área interior servida.

Teniendo en cuenta que una superficie de lotes predomina en la manzana, el valor R obtenido se compara con la tabla para determinar su grado de eficiencia.

Mismo método se puede seguir para evaluar una zona urbana, siempre que el sector seleccionado sea homogéneo, que los lotes tengan superficies similares y que la distancia promedio entre cruces de calles sea también similar.

En términos generales, los índices de la tabla muestran que los lotes con proporciones 1 a 4 y 1 a 5 son muy eficientes en la relación longitud de red y área servida, particularmente para distancias entre calles de más de 150 m.

Los lotes con proporciones 1 a 2 y 1 a 3 muestran una eficiencia aceptable para distancias entre calles de 100 a 150 m; aunque si la longitud entre calles es mayor, su eficiencia mejora. Los lotes con proporciones 1 a 1 son francamente ineficientes (y más aún combinados con distancias entre calles menores de 100 m), dado que se requiere mayor longitud de red para darles servicio. En otras palabras, cuanto menor sea el frente o ancho del lote, más lotes cabrán en una longitud determinada de red; por lo que el prorrateo del costo de la infraestructura por lote será también menor. Del mismo modo, cuanto más separadas estén las entrecalles, le darán servicio a mayor superficie de loteo, por lo que la eficiencia mejorará; y al contrario, cuanto más próximas estén las entrecalles la superficie del loteo disminuye y con ello la eficiencia de servicio de la red.

Finalmente, cabe advertir que los índices R no deben ser aplicados literalmente, sino utilizados como un medio para explorar las variables de eficiencia de la red con respecto al área de loteo y formarse un criterio de la mejor combinación para resolver un proyecto determinado. Dado que las condiciones fisiográficas pueden ser distintas en cada parte de un terreno, entonces es probable que se requieran varias combinaciones para adaptar lo mejor posible el loteo al sitio, en cuanto a su proporción, superficie y entrecalles.

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
50	1/1	7.07	7.07	840	807	787	773	764	757
50	1/2	5.00	10.00	633	599	579	566	557	549
50	1/3	4.08	12.25	541	508	488	474	465	458
50	1/4	3.54	14.14	486	453	433	420	410	403
50	1/5	3.16	15.81	449	416	396	382	373	366
75	1/1	8.66	8.66	710	677	657	644	634	627
75	1/2	6.12	12.25	541	508	488	474	465	458
75	1/3	5.00	15.00	466	433	413	399	390	383
75	1/4	4.33	17.32	422	388	368	355	345	338
75	1/5	3.37	19.36	391	358	333	324	315	308
100	1/1	10.00	10.00	633	599	579	566	557	549
100	1/2	7.07	14.14	486	453	433	420	410	403
100	1/3	5.77	17.32	422	388	368	355	345	338
100	1/4	5.00	20.00	383	349	329	316	307	299
100	1/5	4.47	22.36	356	323	303	290	280	273
125	1/1	11.18	11.18	580	547	527	513	504	497
125	1/2	7.91	15.81	449	416	396	382	373	366
125	1/3	6.45	19.36	391	358	338	324	315	308
125	1/4	5.59	22.36	356	323	303	290	280	273
125	1/5	5.00	25.00	333	299	279	266	257	249

FUENTE: H. Caminos y R. Goethert, *Urbanization Primer for Design of Sites and Services*, s/p.

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles (*Continuación.*)

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
150	1/1	12.25	12.25	541	508	488	474	465	458
150	1/2	8.66	17.32	422	388	366	355	345	338
150	1/3	7.07	21.21	369	335	315	302	292	285
150	1/4	6.12	24.49	337	304	284	270	261	254
150	1/5	5.48	27.39	315	282	262	249	239	232
175	1/1	13.23	13.23	511	477	457	444	435	427
175	1/2	9.35	18.71	400	367	347	333	324	317
175	1/3	7.64	22.91	351	318	298	284	275	268
175	1/4	6.61	26.46	322	288	268	255	246	238
175	1/5	5.92	29.58	302	269	249	235	226	219
200	1/1	14.14	14.14	486	453	433	420	410	408
200	1/2	10.00	20.00	383	349	329	316	307	299
200	1/3	8.16	24.49	337	304	284	270	261	254
200	1/4	7.07	28.28	310	276	256	243	233	226
200	1/5	6.32	31.62	291	258	238	224	215	208
225	1/1	15.00	15.00	466	433	413	399	390	386
225	1/2	10.61	21.21	369	335	315	302	292	285
225	1/3	8.66	25.98	325	292	272	259	249	242
225	1/4	7.50	30.00	299	266	246	233	223	216
225	1/5	6.71	33.54	282	249	229	215	206	199

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles (*Continuación.*)

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
250	1/1	15.81	15.81	449	416	396	382	373	366
250	1/2	11.18	22.86	356	323	303	290	280	273
250	1/3	9.13	27.39	315	282	262	249	239	232
250	1/4	7.91	31.62	291	258	238	224	215	208
250	1/5	7.07	35.36	274	241	221	208	198	191
275	1/1	16.58	16.58	434	401	381	368	358	351
275	1/2	11.73	23.45	346	313	293	279	270	263
275	1/3	9.57	28.72	307	274	254	240	231	224
275	1/4	8.29	33.17	284	250	230	217	207	200
275	1/5	7.42	37.08	268	234	214	201	191	184
300	1/1	17.32	17.32	422	388	368	355	345	338
300	1/2	12.25	24.49	337	304	284	270	261	254
300	1/3	10.00	30.00	299	266	246	233	223	216
300	1/4	8.66	34.64	277	244	224	211	201	194
300	1/5	7.75	38.73	262	229	209	195	186	179
325	1/1	18.03	18.03	410	377	357	344	334	327
325	1/2	12.75	25.50	329	296	276	262	253	246
325	1/3	10.41	31.22	293	260	240	226	217	210
325	1/4	9.01	36.06	272	238	218	205	195	188
325	1/5	8.06	40.31	257	224	204	190	181	174

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles *(Continuación.)*

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
350	1/1	18.71	18.71	400	367	347	333	324	317
350	1/2	18.23	26.45	322	288	268	255	246	238
350	1/3	10.80	32.40	287	254	234	220	211	204
350	1/4	9.35	37.42	266	233	213	200	190	183
350	1/5	8.37	41.83	252	219	199	185	176	169
375	1/1	19.36	19.36	391	358	338	324	315	308
375	1/2	13.69	27.39	315	282	262	249	239	232
375	1/3	11.16	33.54	282	249	229	215	206	199
375	1/4	9.68	38.73	262	229	209	195	186	179
375	1/5	8.66	43.30	248	215	195	182	172	165
400	1/1	20.00	20.00	383	349	329	316	307	299
400	1/2	14.14	28.28	310	276	256	243	233	226
400	1/3	11.55	34.64	277	244	224	211	201	194
400	1/4	10.00	40.00	258	224	204	191	182	174
400	1/5	8.94	44.72	245	211	191	178	168	161
425	1/1	20.62	20.62	375	342	322	309	299	292
425	1/2	14.58	29.15	304	271	251	238	228	221
425	1/3	11.90	35.71	273	240	220	206	197	190
425	1/4	10.31	41.23	254	221	201	187	178	171
425	1/5	9.22	46.10	241	208	188	175	165	158

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles (*Continuación.*)

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
450	1/1	21.21	21.21	369	335	315	302	292	285
450	1/2	15.00	30.00	299	266	246	233	223	216
450	1/3	12.25	36.74	269	236	216	202	193	186
450	1/4	10.61	42.43	251	217	197	184	174	167
450	1/5	9.49	47.43	238	205	185	172	162	155
475	1/1	21.79	21.79	362	329	309	296	286	279
475	1/2	15.41	30.82	295	262	242	228	219	212
475	1/3	12.58	37.75	265	232	212	199	189	182
475	1/4	10.90	43.59	248	214	194	181	171	164
475	1/5	9.75	48.73	235	202	182	169	159	152
500	1/1	22.36	22.36	356	323	303	290	280	273
500	1/2	15.81	31.62	291	258	238	224	215	208
500	1/3	12.91	38.73	262	229	209	195	186	179
500	1/4	11.18	44.72	245	211	191	178	168	161
500	1/5	10.00	50.00	233	199	179	166	157	149
525	1/1	22.91	22.91	351	318	298	284	275	268
525	1/2	16.20	32.40	287	254	234	220	211	204
525	1/3	13.23	39.69	259	225	205	192	183	175
525	1/4	11.46	45.83	242	209	189	175	166	159
525	1/5	10.25	51.23	230	197	177	164	154	147

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles *(Continuación.)*

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
550	1/1	23.45	23.45	346	313	293	279	270	263
550	1/2	16.58	33.17	284	250	230	217	207	200
550	1/3	13.54	40.62	256	223	203	189	180	173
550	1/4	11.73	46.90	239	206	186	173	163	156
550	1/5	10.49	52.44	228	195	175	162	152	145
575	1/1	23.98	23.98	341	308	288	275	265	258
575	1/2	16.96	33.91	280	247	227	214	204	197
575	1/3	13.84	41.53	253	220	200	187	177	170
575	1/4	11.99	47.96	237	204	184	170	161	154
575	1/5	10.72	53.62	226	193	173	159	150	143
600	1/1	24.49	24.49	337	304	284	270	261	254
600	1/2	17.32	34.64	277	244	224	211	201	194
600	1/3	14.14	42.43	251	217	197	184	174	167
600	1/4	12.25	48.99	235	202	182	168	159	152
600	1/5	10.95	54.77	224	191	171	157	148	141
625	1/1	25.00	25.00	333	299	279	266	257	249
625	1/2	17.68	35.36	274	241	221	208	198	191
625	1/3	14.43	43.30	248	215	195	182	172	165
625	1/4	12.50	50.00	233	199	179	166	157	149
625	1/5	11.18	55.90	222	189	169	156	146	139

Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles *(Continuación.)*

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
650	1/1	25.50	25.50	329	296	276	262	253	246
650	1/2	18.03	36.06	272	238	218	205	195	188
650	1/3	14.72	44.16	246	213	193	179	170	163
650	1/4	12.75	50.99	231	198	178	164	155	145
650	1/5	11.40	57.01	221	187	167	154	144	137
675	1/1	25.98	25.98	325	292	272	259	249	242
675	1/2	18.37	36.74	269	236	216	202	193	186
675	1/3	15.00	45.00	244	211	191	177	168	161
675	1/4	12.99	51.96	229	196	176	162	153	146
675	1/5	11.62	58.09	219	186	166	152	143	136
700	1/1	26.46	26.46	322	288	268	255	246	238
700	1/2	18.71	37.42	266	233	213	200	190	183
700	1/3	15.28	45.83	242	209	189	175	166	159
700	1/4	13.23	52.92	227	194	174	161	151	144
700	1/5	11.83	59.16	217	184	164	151	141	134
725	1/1	26.93	26.93	319	285	265	252	242	235
725	1/2	19.04	38.08	264	231	211	197	188	181
725	1/3	15.55	46.64	240	207	187	173	164	157
725	1/4	13.46	53.85	226	192	172	159	149	142
725	1/5	12.04	60.21	216	183	163	149	140	133

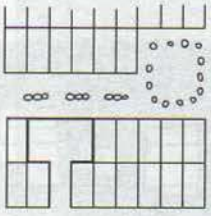
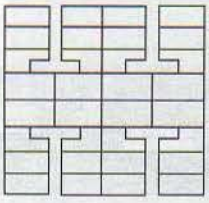
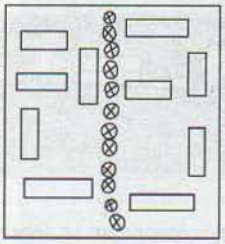
Superficie de lote según sus proporciones y el espaciamiento entre calles *(Continuación.)*

Sup. (m^2)	*Proporción corto/largo*	*Corto* (m)	*Largo* (m)	*Acceso al lote por el lado corto con intersecciones de calles a cada* (m)					
				75	100	125	150	175	200
750	1/1	27.39	27.39	315	282	262	249	239	232
750	1/2	19.36	38.73	262	229	209	195	186	179
750	1/3	15.81	47.43	238	205	185	172	162	155
750	1/4	13.39	54.77	224	191	171	157	148	141
750	1/5	12.25	61.24	214	181	161	148	138	131
775	1/1	27.84	27.84	312	279	259	246	236	229
775	1/2	19.69	39.37	260	227	207	193	184	177
775	1/3	16.07	48.22	237	203	183	170	160	153
775	1/4	13.92	55.68	223	189	169	156	146	139
775	1/5	12.45	62.25	213	180	160	146	137	130
800	1/1	28.28	28.28	310	276	256	243	233	226
800	1/2	20.00	40.00	258	224	204	191	182	174
800	1/3	16.33	48.99	235	202	182	168	159	152
800	1/4	14.14	56.57	221	188	168	155	145	138
800	1/5	12.65	62.25	212	179	159	145	136	129

CRITERIOS GENERALES

La lotificación busca ofrecer el mayor número de lotes bajo determinadas condiciones fisiconaturales del terreno, articulando los conceptos básicos de diseño urbano. Con el dimensionamiento de la lotificación se busca establecer un patrón urbano que ofrezca condiciones similares a todos los lotes (acceso, orientación, pendientes), para lo cual se considera de antemano: *a*) un prototipo de lotes: rangos de superficie y dimensiones establecidas previamente, de acuerdo con las necesidades del mercado, y *b*) un tipo de agrupación de lotes o propiamente el patrón que debe predominar de acuerdo con las características de las relaciones funcionales y espaciales, que se buscan para resolver determinado problema habitacional. En el cuadro inferior se presentan los más comunes:

ALGUNOS CRITERIOS DE LOTIFICACIÓN

Patrón		*Uso del suelo*	*Funcional circulación*	*Tenencia*	*Densidad*	*Tipo de vivienda*	*Mantenimiento*
Parrilla		Privado 50-60 % Público 20-30 % Semipúblico 10-20 %	Calle perimetral vehicular mezclado con peatones	Lotes privados	Baja	Lote unifamiliar en hilera Entrada controlada	100 % a cargo del usuario
Andador		Privado 55-65 % Público 15-35 % Semipúblico 10-20 %	Calle perimetral con penetraciones para estacionamiento comun Andadores interiores	Lotes privados	Baja media	Lote unifamiliar en hilera con acceso por andador. La entrada puede ser controlada	70 % lotes a cargo del usuario 30 % andadores y vialidad a cargo del municipio
Cluster		Privado 60-70 % Público 25-40 % Semipúblico 10-20 %	Circulación perimetral vehicular Interior peatonal	Lotes privados	Baja y media	Agrupación. Lote horizontal Entrada controlada	80 % lotes privados y 20 % cargo colectivo; sea privado o municipal
Supermanzana *		Privado 20-30 % Público 30-50 % Semipúblico 10-20 %	Circulación perimetral vehicular Interior circulación peatonal	Lotes privado Áreas comunes públicas	Alta	Apartamento agrupación vertical Sin control de accesos	10 % privado. 90 % cargo colectivo o municipal

*Se aplican la densidad e intensidad de uso del suelo como criterios de subdivisión del terreno, en lugar de los criterios de diseño descritos en este capítulo.

CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

Condiciones climáticas

Las extremosas condiciones climáticas obligan a una planeación cuidadosa de loteo, para asegurar a las viviendas una orientación adecuada (*véase* cuadro de la página opuesta).

Exponer los lotes chicos (menos de 150 m^2) hacia vientos dominantes y al mejor asoleamiento. El reducido frente del lote da poco margen para acomodar la vivienda, por lo que ésta quedará orientada según la disposición del lote.

Si es que no hay otras alternativas, se deben exponer los lotes grandes (más de 300 m^2) hacia la mala orientación y los vientos. Ya que el lote tiene mayor frente, habrá la posibilidad de ubicar la vivienda con una orientación más adecuada.

Exponer los lotes medianos (150 a 300 m^2) a la orientación predominantemente favorable, o bien, intercalados entre lotes chicos.

Topografía

La variada configuración topográfica condiciona a un sembrado cuidadoso de lotes para evitar costosos cortes o rellenos de tierra.

Se deben ubicar lotes chicos en donde las pendiente de terreno sean menores de 5%, ya que por su escaso frente hay poco margen para acomodar adentro la vivienda.

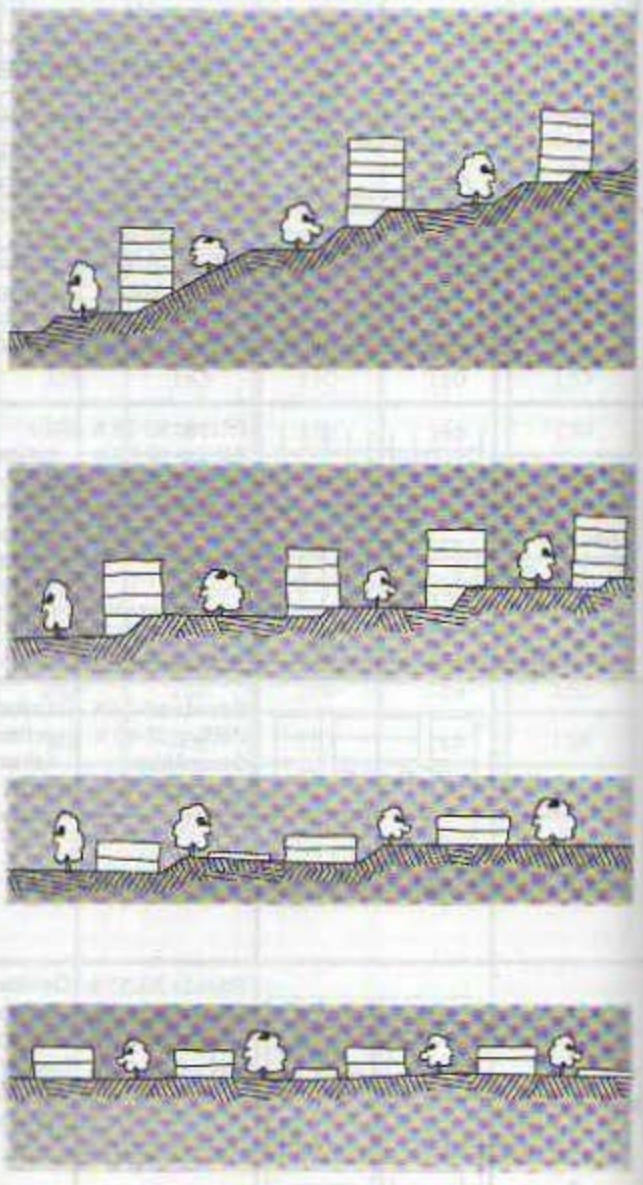
Es necesario ubicar lotes grandes en pendientes de 10-15%. Debido a que los lotes grandes tienen mayor frente, las viviendas podrán ser sembradas con mayor facilidad siguiendo los contornos topográficos.

Conviene ubicar lotes medianos en pendientes de 5-10 %, o bien, intercalándolos entre lotes chicos.

Vegetación

La vegetación tiene atributos ecológicos (como propiciar ciclos alimenticios), climáticos (para conservar el microclima) y ambientales (como destacar la belleza escénica), que se deberán considerar cuidadosamente para preservar un balance entre la urbanización y la naturaleza.

Los lotes chicos significan una mediana o baja densidad, que se traduce en construcciones compactas y, por tanto, con un uso intensivo del suelo. Los lotes chicos deberán ubicarse en zonas de pastizal o matorral, especies que pueden ser sustituidas con cierta facilidad.



En terrenos con pendiente, por economía, se debe minimizar la superficie de desplante de las edificaciones, para lo cual es necesario construirlas en varios niveles y muy separadas entre sí. Conforme la pendiente se reduce se hace posible construir mayores áreas de desplante, con edificaciones más próximas entre ellas.

Criterios de agrupación de lotes

Lotes	Superficie (m^2)	Frente de lotes	Terreno			Clima		Viviendas		Criterio de agrupación
			Pendiente	Vegetación	Vistas	Orientación de lotes	Vientos	Tamaño aproximado (m^2)	Tipo de agrupación	
Chico	Hasta 150	Mínimo frente 6 m 7 m 8 m 9 m 10 m (rectangular 1:2+)	Hasta 5 %	Pastizal	Internas hacia cluster o calles	Frente del lote deberá dar orientación óptima	Frente del lote hacia vientos dominantes	80	Predominante en hilera Viviendas secuenciadas	Utilizar lote chico para lograr densidades media y alta, cuando las condiciones naturales son las mejores. El lote chico ofrece baja posibilidad de acomodo de la vivienda
Mediano	150 a 300	Frentes alternados 11 m 12 m 13 m 14 m (rectangular)	5 a 10 %	Pastizal con algo de palmeras o árboles	Internas en cluster	Orientación favorable	Buscar vientos favorables	80 a 150	Combinación en hilera y cluster Viviendas semiseparadas	Utilizar lote mediano cuando las condiciones naturales del terreno son menos favorables. Un lote mediano permite cierta holgura para acomodar las viviendas. Densidad media
Grande	300 +	Máximo frente 14 m 15 m 16 m (rectangular y cuadrado)	10-15 % y más	Palmeras o árboles	Panorámica	Sin condicionantes	Sin condicionantes	150 +	Viviendas separadas	Utilizar lote grande cuando las condiciones naturales no son las favorables. Un lote grande permitirá un ventajoso acomodo a la vivienda. Densidad baja

NOTA: El dimensionamiento de los lotes se deberá hacer de acuerdo con las condiciones del terreno y del clima, a manera de lograr la mejor adaptación posible del terreno (menos cortes y rellenos) y la menor alteración de la vegetación (respetar palmeras o árboles); por tanto, el resultado deberá ser una mezcla "racional" de lotes.

Los lotes grandes significan baja densidad o construcciones dispersas. Estos lotes deberían afectar lo menos posible la vegetación de difícil sustitución, como árboles o palmeras, sembrando las viviendas entre ellos.

Los lotes medianos deberán ubicarse, preferentemente, en zonas de pastizal o matorral.

Dimensionamiento

Puesto que el medio ofrece una variedad de condicionantes, se deberán proponer diversas dimensiones de loteo que mejor se adecuen a las condiciones naturales del terreno.

Para dar a los lotes chicos las mejores condiciones naturales se puede intensificar el uso del suelo y ofrecer, a más población, mejores condiciones de habitación. Los lotes tendrán el mínimo frente y el máximo fondo. Son básicamente rectangulares.

Si se busca exponer los lotes grandes a las condiciones naturales más adversas, éstos deberán tener dimensiones tales que permitan a las viviendas mejorar estas condiciones a través de su acomodo (girar y desplazar) en el lote. Los lotes tenderán a igualar el frente con el fondo. Deberían ser casi cuadrados, para ofrecer la mayor flexibilidad en el acomodo interior de las viviendas.

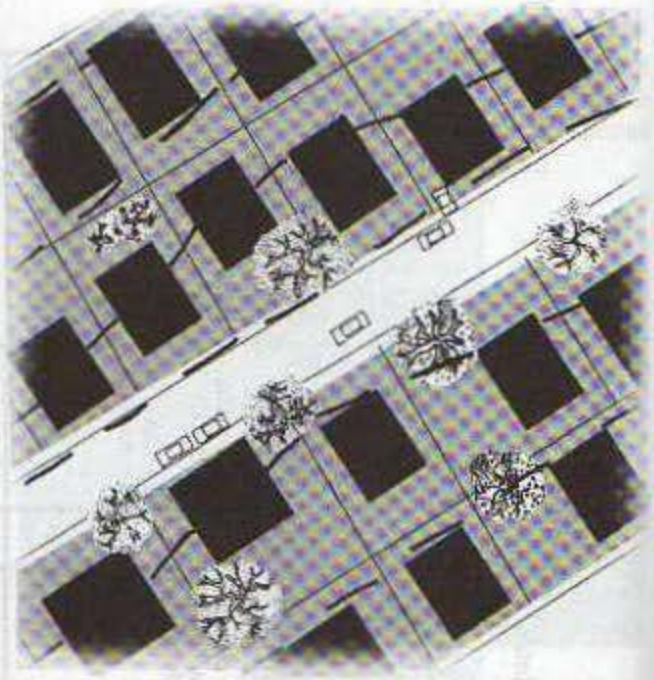
Los lotes medianos, destinados a condiciones naturales mixtas, con dimensiones variables (menos rectangulares o menos cuadrados), deberá buscarse ubicarlos, cada uno, de acuerdo con las particularidades del terreno.

Perspectivas

La lotificación condiciona parcialmente la disposición de las viviendas, por tanto, para evitar la monotonía de viviendas en hilera se deberá jugar con la ubicación de la vivienda dentro del lote y con la disposición y dimensionamiento de los lotes.

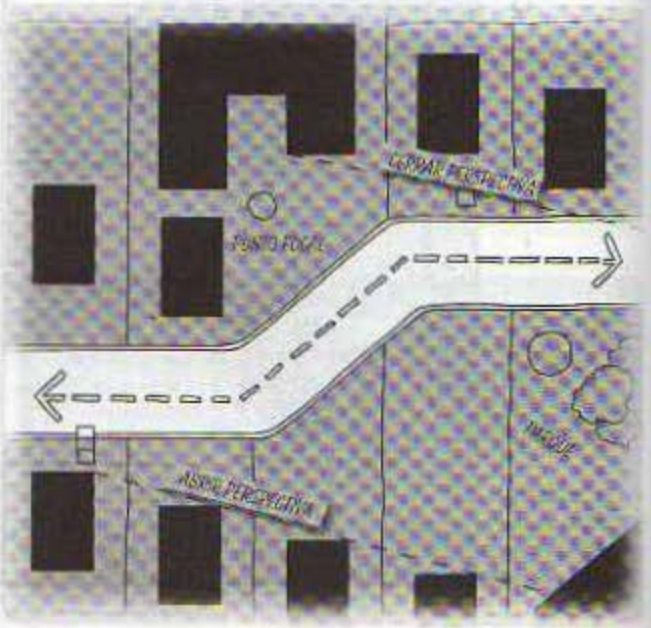
Escalonando las viviendas hacia atrás, para abrir la perspectiva o hacia adelante, para cerrar las perspectivas.

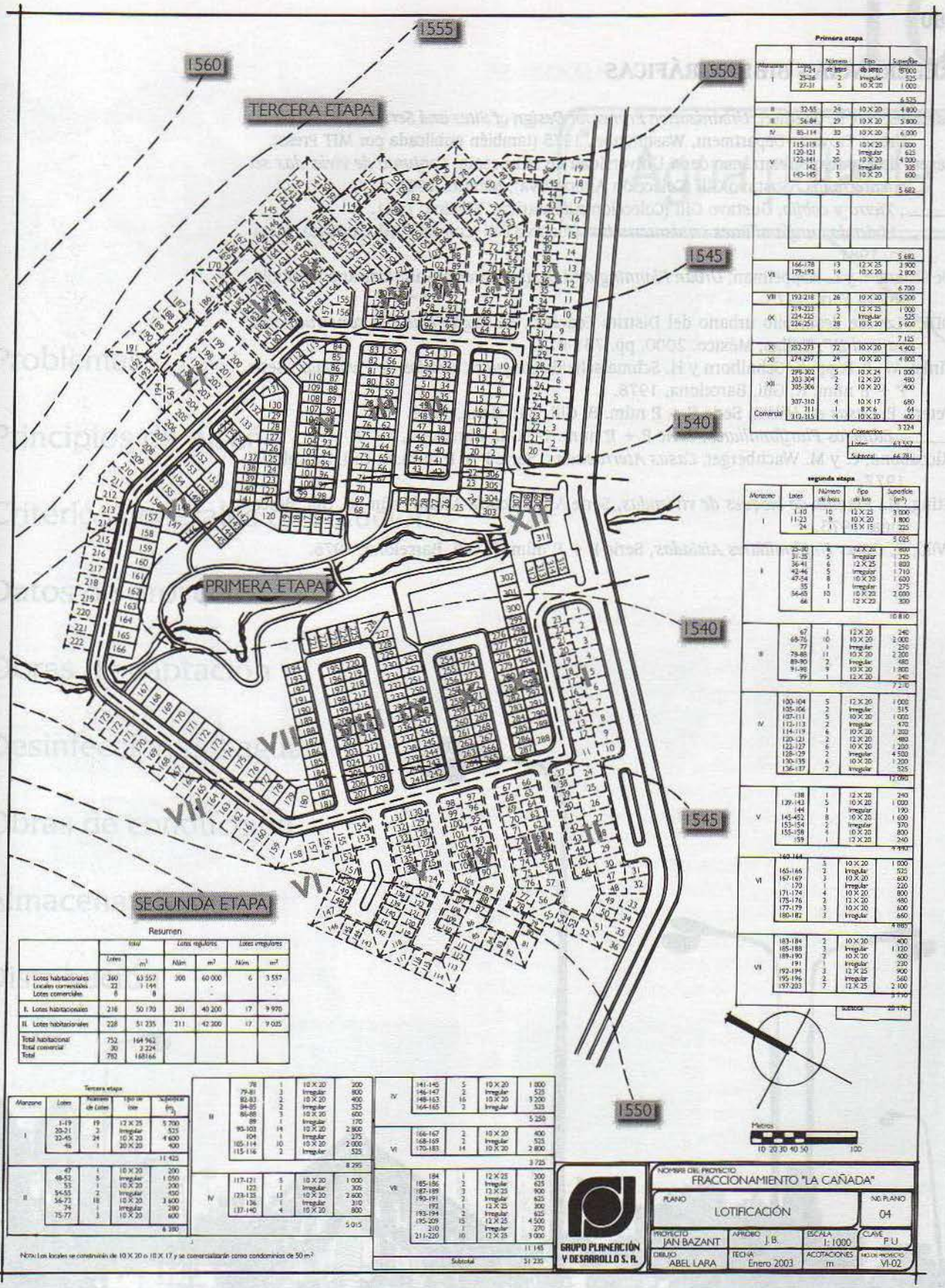
Es conveniente variar las dimensiones y la disposición de los lotes para propiciar que el sembrado y tipo de vivienda sean variados, para que surja la posibilidad de lograr perspectivas interesantes y de cierta calidad ambiental.



Adaptar el dimensionamiento del lote a la fotografía y a la vegetación. Intercalando lotes grandes y chicos, y desfasando el sembrado de viviendas se hace posible respetar los árboles existentes o evitar los accidentes topográficos.

Con el desfasamiento de construcciones se pueden abrir o cerrar perspectivas, o enmarcar puntos focales para hacer más agradables los recorridos.





Primera etapa

Manzana	Lotes	Número de lotes	Tipo de lote	Superficie (m^2)
I	1-24	24	db lotes	97000
	25-26	2	Irregular	525
	27-31	5	10 X 20	1 000
				6 525
II	32-55	24	10 X 20	4 800
III	56-84	29	10 X 20	5 800
IV	85-114	30	10 X 20	6 000
V	115-119	5	10 X 20	1 000
	120-121	2	Irregular	625
	122-141	20	10 X 20	4 000
	142	1	Irregular	305
	143-145	3	10 X 20	600
				5 682
				5 682
VI	166-178	13	12 X 25	3 900
	179-192	14	10 X 20	2 800
				6 700
VII	193-218	26	10 X 20	5 200
IX	219-223	5	12 X 25	1 000
	224-225	2	Irregular	525
	226-251	28	10 X 20	5 600
				7 125
X	252-273	22	10 X 20	4 400
XI	274-297	24	10 X 20	4 800
XII	298-302	5	10 X 24	1 000
	303-304	2	12 X 20	480
	305-306	2	10 X 20	400
	307-310	4	10 X 17	680
Comercial	311	1	8 X 6	64
	312-315	4	10 X 20	800
				3 324
		Comercios		
		Lotes:		63 557
		Subtotal		66 781

segunda etapa

Manzana	Lotes	Número de lotes	Tipo de lote	Superficie (m^2)
I	1-10	10	12 X 25	3 000
	11-23	9	10 X 20	1 800
	24	1	15 X 15	225
				5 025
II	25-30	6	12 X 20	1 440
	31-35	5	Irregular	1 325
	36-41	6	12 X 25	1 800
	42-46	5	Irregular	1 710
	47-54	8	10 X 20	1 600
	55	1	Irregular	275
	56-65	10	10 X 20	2 000
	66	1	12 X 20	300
				10 810
III	67	1	12 X 20	240
	68-76	10	10 X 20	2 000
	77	1	Irregular	250
	78-88	11	10 X 20	2 200
	89-90	2	Irregular	680
	91-98	9	10 X 20	1 800
	99	1	12 X 20	240
				9 210
IV	100-104	5	12 X 20	1 000
	105-106	2	Irregular	515
	107-111	5	10 X 20	1 000
	112-113	2	Irregular	470
	114-119	6	10 X 20	1 200
	120-121	2	12 X 20	480
	122-127	6	10 X 20	1 200
	128-129	2	Irregular	4 500
	130-135	6	10 X 20	1 200
	136-137	2	Irregula	525
				12 090
V	138	1	12 X 20	240
	139-143	5	10 X 20	1 000
	144	1	Irregular	190
	145-452	8	10 X 20	1 600
	153-154	2	Irregular	370
	155-158	4	10 X 20	800
	159	1	12 X 20	240
				4 340
VI	160-164	5	10 X 20	1 000
	165-166	2	Irregular	525
	167-169	3	10 X 20	600
	170	1	Irregular	220
	171-174	4	10 X 20	800
	175-176	2	12 X 20	480
	177-179	3	10 X 20	600
	180-182	3	Irregular	660
				4 885
VII	183-184	2	10 X 20	400
	185-188	3	Irregular	1 120
	189-190	2	10 X 20	400
	191	1	Irregular	230
	192-194	3	12 X 25	900
	195-196	2	Irregular	560
	197-203	7	12 X 25	2 100
				5 710
		Subtotal		28 176

Resumen

	Total		Lotes regulares		Lotes irregulares	
	Lotes	m^2	Núm	m^2	Núm	m^2
I. Lotes habitacionales	360	63 557	300	60 000	6	3 557
Locales comerciales	32	1 144	-	-	-	-
Lotes comerciales	8	0	-	-	-	-
II. Lotes habitacionales	216	50 170	201	40 200	17	9 970
III. Lotes habitacionales	228	51 235	211	42 200	17	9 035
Total habitacional	752	164 962				
Total comercial	30	2 224				
Total	782	168166				

Tercera etapa

Manzana	Lotes	Número de Lotes	Tipo de lote	Superficie (m^2)
I	1-19	19	12 X 25	5 700
	20-21	2	10 X 20	525
	22-45	24	10 X 20	4 600
	46	1	20 X 20	400
				11 425
II	47	1	10 X 20	200
	48-52	5	Irregular	1 050
	53	1	10 X 20	200
	54-55	2	Irregular	650
	56-73	18	10 X 20	3 600
	74	1	Irregular	280
	75-77	3	10 X 20	600
				6 580
III	78	1	10 X 20	200
	79-81	3	Irregular	800
	82-83	2	10 X 20	400
	84-85	2	Irregular	525
	86-88	3	10 X 20	600
	89	1	Irregular	170
	90-103	14	10 X 20	2 800
	104	1	Irregular	275
	105-114	10	10 X 20	2 000
	115-116	2	Irregular	525
				8 295
IV	117-121	5	10 X 20	1 000
	122	1	Irregular	305
	123-135	13	10 X 20	2 600
	136	1	Irregular	310
	137-140	4	10 X 20	800
				5 015
IV	141-145	5	10 X 20	1 800
	146-147	2	Irregular	525
	148-163	16	10 X 20	3 200
	164-165	2	Irregular	525
				5 250
VI	166-167	2	10 X 20	400
	168-169	2	Irregular	525
	170-183	14	10 X 20	2 800
				3 725
VII	184	1	12 X 25	300
	185-186	2	Irregular	625
	187-189	3	12 X 25	900
	190-191	2	Irregular	625
	192	1	12 X 25	300
	193-194	2	Irregular	625
	195-209	15	12 X 25	4 500
	210	1	Irregular	270
	211-220	10	12 X 25	3 000
				11 145
		Subtotal		51 235

Nota: Los locales se construirán de 10 X 20 o 10 X 17 y se comercializarán como condominios de 50 m^2

Metros
10 20 30 40 50 100

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S. A.

NOMBRE DEL PROYECTO
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: LOTIFICACIÓN			NO. PLANO: 04
PROYECTO: JAN BAZANT	APROBÓ: J. B.	ESCALA: 1: 1000	CLAVE: P U
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: Enero 2003	ACOTACIONES: m	NO DE PROYECTO: VI-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caminos, H. y R. Goethert, *Urbanization Primer for Design of Sites and Services*, World Bank, Urban Proyects-Department, Washington, 1975 (también publicada por MIT Press).

Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota, *Conjunto de viviendas semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Tierra y cobijo*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Viviendas unifamiliares semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

De Chiara, J. y L. Koppelman, *Urban Planning and Design Criteria*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1975.

DDF, "Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal", en *Reglamento de construcciones para el DF*, Trillas, México, 2000, pp. 731-811.

Finke, W., F. Popp, K. Schalhorn y H. Schmalscheidt, *Bloques Cerrados de Viviendas*, Serie P + P, núm. R, Gili, Barcelona, 1978.

Peters, P., *Casas en Hilera*, Serie P + P, núm. B, Gili, Barcelona, 1979.

_____, *Edificios Plurifamiliares*, Serie P + P, núm. 14, Gili, Barcelona, 1979.

Riccabona, C. y M. Wachberger, *Casas Aterrazadas*, Serie P + P, núm. 6, Gili, Barcelona, 1977.

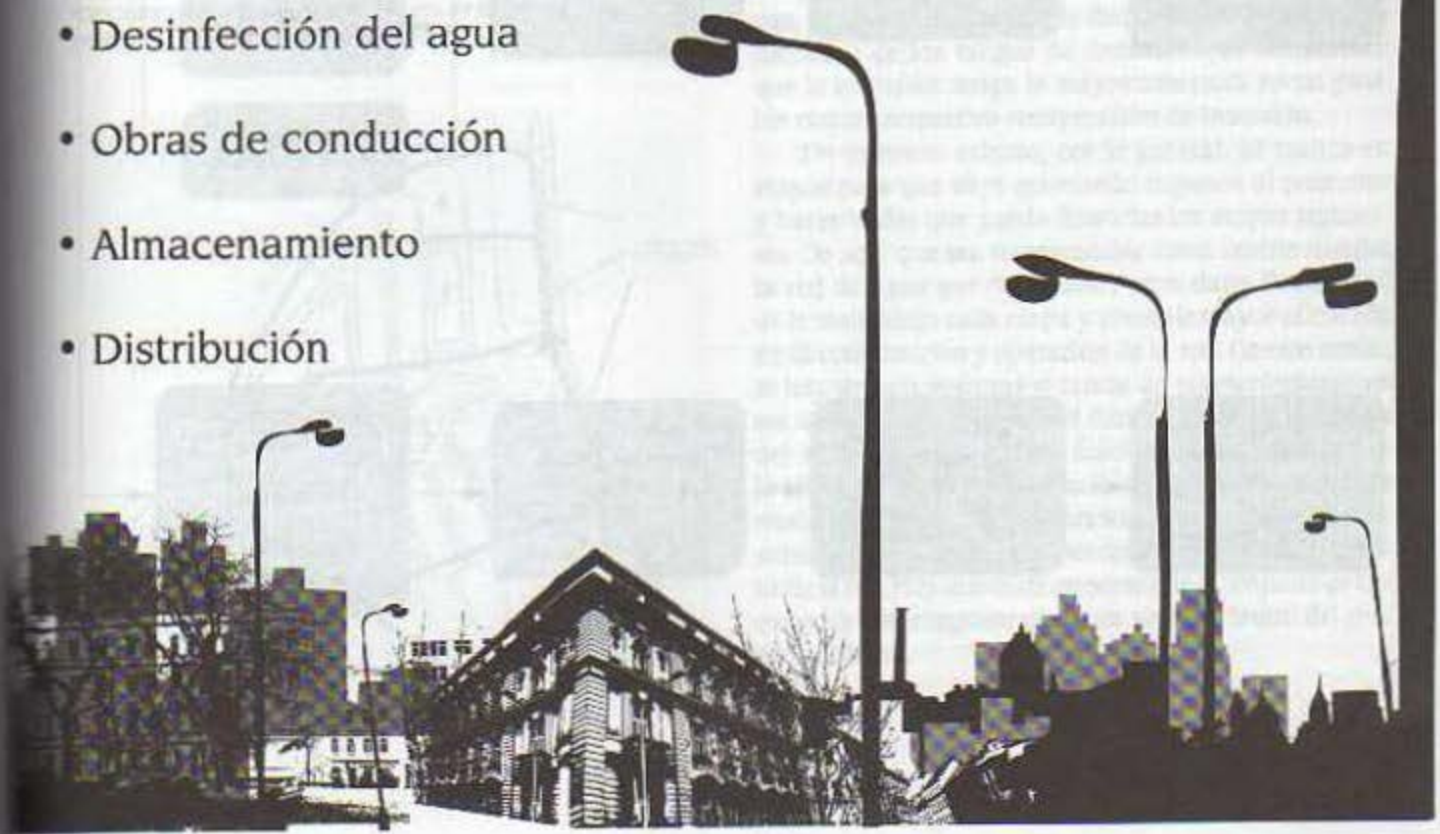
Sting, H., *Plantas de bloques de viviendas*, Serie Arquitectura Actual, núm. 8, Gili, Barcelona, 1973.

Wild, F., *Casas Unifamiliares Aisladas*, Serie P + P, núm. 7, Gili, Barcelona, 1978.

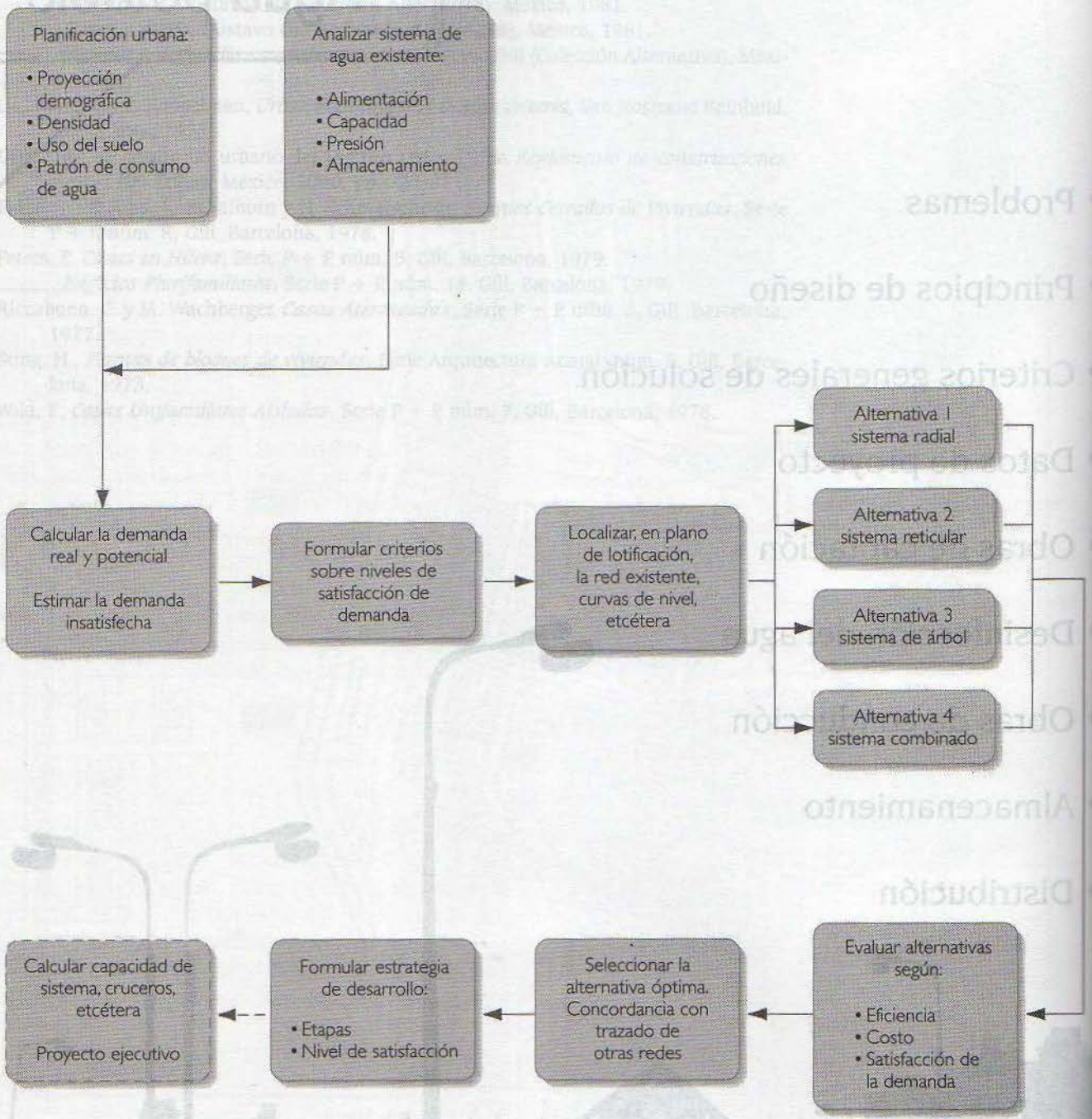
10

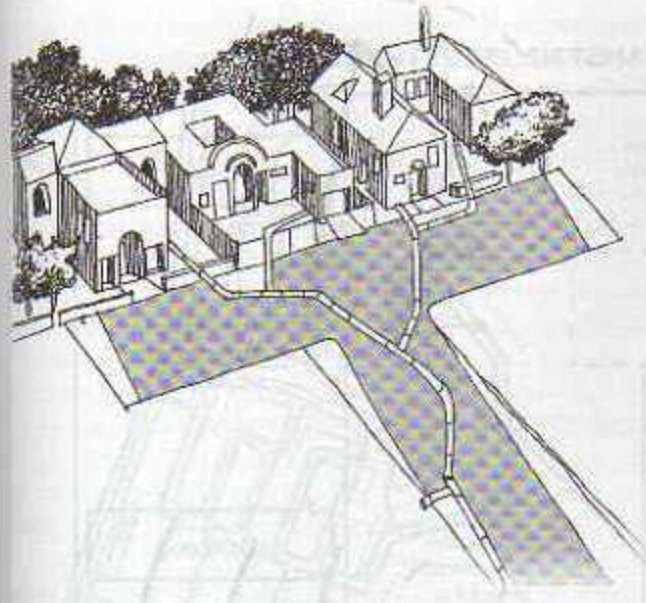
Agua potable

- Problemas
- Principios de diseño
- Criterios generales de solución
- Datos de proyecto
- Obras de captación
- Desinfección del agua
- Obras de conducción
- Almacenamiento
- Distribución



METODOLOGÍA DE DISEÑO: AGUA POTABLE





El crecimiento urbano anárquico ocasiona un ramal arbitrario de redes, lo cual genera ineficiencia en el abastecimiento de agua.

PROBLEMAS

La falta de planeación de una red de agua da por resultado que las ampliaciones se van haciendo por partes según se expanda la ciudad o aumente la demanda. Cada tramo que se añade tiende a saturar la red existente y, por tanto, tiende a hacerla ineficiente lo cual ocasiona que no funcione a su capacidad; pues estará sobrecargada o subempleada, dependiendo hacia dónde se concentre la nueva demanda. La falta de planeación dificulta la existencia de controles en el sistema que permitan darle mantenimiento durante su operación. Si se descompone un ramal, gran parte del sistema deja de funcionar o debe suspenderse el servicio para llevar a cabo las reparaciones necesarias. Además, cuando el sistema no está planeado por circuitos la red mantiene una presión desigual, pues las tomas más próximas a la tubería de alimentación tendrán mucha presión, en tanto que a las tomas más alejadas apenas les llegará el agua.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

Es necesario inicialmente determinar los niveles de satisfacción de servicio que se ofrecerá a los usuarios, por ejemplo, tomas domiciliarias o tomas colectivas, lo cual dependerá de la disponibilidad del recurso hídrico y de los rangos de densidad que determinan que la inversión tenga la mayor cobertura social posible con su respectiva recuperación de inversión.

Un proyecto urbano, por lo general, se realiza en etapas para que vaya generando ingresos al promotor y hacer viable que pueda financiar las etapas siguientes. De aquí que sea recomendable como criterio diseñar la red de agua por "circuitos", para darle flexibilidad de ir realizando cada etapa y permitir mayor eficiencia en la construcción y operación de la red. De este modo, si hay descomposturas o tareas de mantenimiento en un circuito, no se afecta el funcionamiento del resto del sistema. Los circuitos funcionan para que el flujo del agua vaya en una sola dirección o sentido, de modo que cada circuito funciona de hecho como un subsistema cerrado con dependencia controlada del resto de la red. Hay que tener presente que el conjunto de circuitos deben integrarse como un sistema dentro del proyecto urbano.

Fraccionamiento "La Cañada". *Diseño de la red por circuitos, que producen eficiencia en el sistema y facilita el mantenimiento.*

Para efectos del proyecto, el diseñador debe recordar que el sistema de distribución de agua funciona básicamente por gravedad, es decir, que hay que identificar la cota más elevada dentro del terreno para ahí ubicar la cisterna de almacenamiento de agua y sobre ella el tanque elevado, que deberá tener la altura requerida para otorgar suficiente presión a toda la tubería hasta el punto más alejado. Por ello se debe buscar uniformar la presión hidráulica de los circuitos; evitando las contrapendientes en las tuberías que pueden requerir sistemas de bombeo que encarecen notablemente la realización de un proyecto.

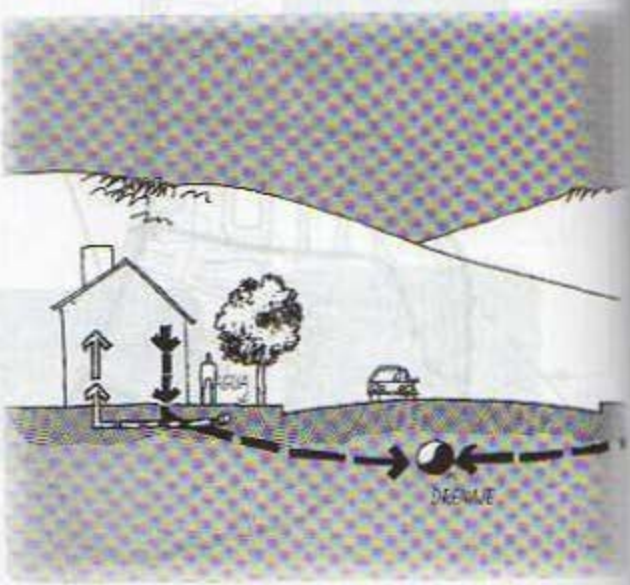
CRITERIO GENERAL DE SOLUCIÓN

La red de agua es un subsistema dentro de un sistema de servicios que es el conjunto de redes de infraestructura en un fraccionamiento, junto con el drenaje, electrificación, telefonía y otras. Como tal, es muy recomendable que desde la fase conceptual del proyecto urbano, el tendido de las redes sean congruentes entre sí, es decir, que sean trazadas paralelamente a lo largo de sus vialidades y estén en armonía con el relieve del terreno. También habrá que considerar los "puntos de conexión" de la red del proyecto urbano, con aquel sistema municipal del cual se abastece o sobre el cual descarga. O, en un caso excepcional, el proyecto urbano (como aquellos con campo de golf o grandes conjuntos habitacionales) podría estar dentro de un polígo-no que tenga pozo de agua, un sistema de captación y almacenamiento de agua pluvial con represas y se dise-ñe una planta de tratamiento de aguas residuales con la-gunas de oxidación, para lo cual la conexión con las redes municipales no es necesaria.

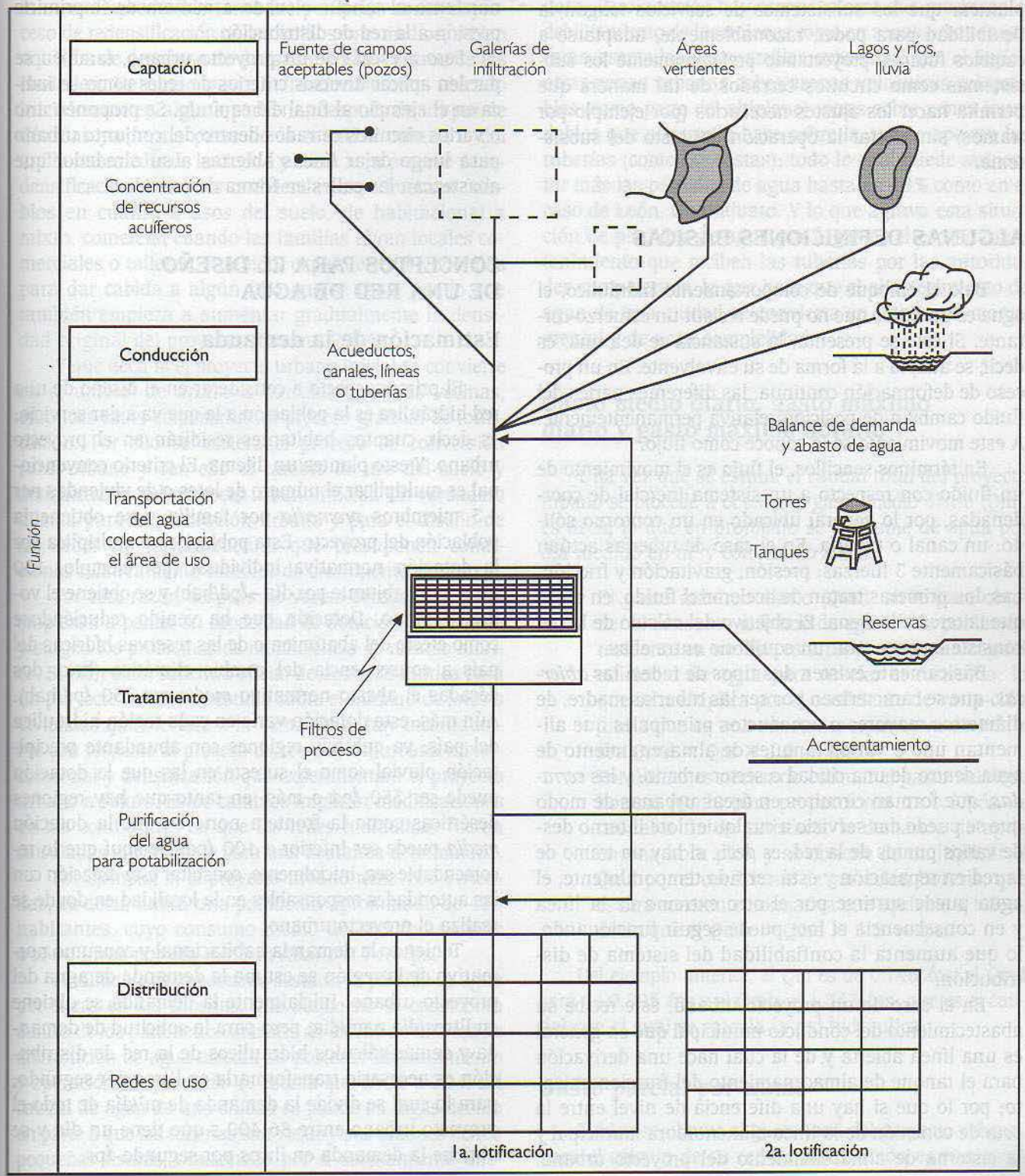
Si bien los proyectos urbanos están diseñados para un número determinado de usuarios, es muy frecuente que con el tiempo el proceso de densificación y cambios de usos del suelo de la ciudad conlleve a que incremente considerablemente la demanda de agua dentro del proyecto urbano. Esto plantea a la larga dos serios problemas: el gradual desabasto del servicio con su consecuente racionamiento, o bien, el costoso cambio de tramos de la tubería para aumentar su capacidad. Como no hay certidumbre en predecir qué va a pasar con los residentes de un proyecto urbano; resulta incosteable colocar en el presente una tubería con

Fraccionamiento "La Cañada". *Previsión de desarrollo por etapas da flexibilidad al desarrollo urbano, sin menoscabo de la eficiencia del sistema.*

La concordancia en el trazo de redes procura congruencia y eficiencia entre el abastecimiento y el desalojo del agua.



COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL AGUA



capacidad muy sobrada para abastecer una demanda posterior. Por ello, desde un inicio es conveniente plantear que los subsistemas de servicios tengan la flexibilidad para poder, razonablemente, adaptarse a cambios futuros, proyectando preferentemente los subsistemas como circuitos cerrados de tal manera que permita hacer los ajustes necesarios (por ejemplo por tramos) sin afectar la operación del resto del subsistema.

ALGUNAS DEFINICIONES BÁSICAS

Bajo el enfoque de comportamiento hidráulico, el agua es un fluido que no puede resistir un esfuerzo cortante. Si éste se presenta, la sustancia se deforma, es decir, se adapta a la forma de su envolvente. En un proceso de deformación continua, las diferentes partes del fluido cambian de posición relativa permanentemente. A este movimiento se le conoce como flujo.

En términos sencillos, el flujo es el movimiento de un fluido con respecto a un sistema inercial de coordenadas, por lo general ubicado en un contorno sólido: un canal o tubería. En el caso de tuberías actúan básicamente 3 fuerzas: presión, gravitación y fricción. Las dos primeras tratan de acelerar el fluido, en tanto que la tercera lo frena. El objetivo del cálculo de la red consiste en encontrar un equilibrio entre ellas.

Básicamente existen dos tipos de redes: las *abiertas*, que se caracterizan por ser las tuberías madre, de diámetros mayores o acueductos principales que alimentan uno o varios tanques de almacenamiento de agua dentro de una ciudad o sector urbano; y las *cerradas*, que forman circuitos en áreas urbanas de modo que se puede dar servicio a cualquier lote interno desde varios puntos de la red; es decir, si hay un tramo de la red en reparación y está cerrado temporalmente, el agua puede surtirse por el otro extremo de la línea y en consecuencia el lote puede seguir funcionando, lo que aumenta la confiabilidad del sistema de distribución.

En el caso de un proyecto urbano, éste recibe su abastecimiento del conducto municipal que en general es una línea abierta y de la cual hace una derivación para el tanque de almacenamiento del fraccionamiento; por lo que si hay una diferencia de nivel entre la cota de conexión de la línea alimentadora municipal y la cisterna de almacenamiento del proyecto urbano, será necesario bombear. De igual modo habrá que bombear para llevar el agua de la cisterna de almacenamiento al tanque elevado a manera de imprimirle presión a la red de distribución.

Pero a escala de un proyecto urbano, también se pueden aplicar diversos criterios de redes como se indica en el ejemplo al final del capítulo. Se proponen uno o varios circuitos cerrados dentro del conjunto urbano para luego dejar líneas abiertas a su alrededor que abastezcan las calles en forma de privadas.

CONCEPTOS PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE AGUA

Estimación de la demanda

El primer aspecto a considerar en el diseño de una red hidráulica es la población a la que va a dar servicio; es decir, cuantos habitantes residirán en el proyecto urbano. Y esto plantea un dilema. El criterio convencional es multiplicar el número de lotes o de viviendas por 4.3 miembros *promedio* por familia y se obtiene la población del proyecto. Esta población se multiplica por la dotación normativa individual (por ejemplo, 150 litros por habitante por día –*l*pd/hab) y se obtiene el volumen diario. Dotación que ha venido reduciéndose como efecto del abatimiento de las reservas hídricas del país a consecuencia del cambio climático (hace dos décadas el abasto normativo *medio* era 250 *l*pd/hab). Aún más, esta dotación varía en cada región hidráulica del país; ya que hay regiones con abundante precipitación pluvial como el sureste en las que la dotación puede ser 350 *l*pd o más; en tanto que hay regiones desérticas como la frontera norte en que la dotación *media* puede ser inferior a 100 *l*pd. De aquí que lo recomendable sea, inicialmente, consultar esta dotación con las autoridades responsables en la localidad en donde se realiza el proyecto urbano.

Teniendo la demanda habitacional y consumo normativo de la región se estima la demanda de agua del proyecto urbano. Inicialmente la demanda se obtiene en litros/día o m^3/día; pero para la solicitud de demanda y demás cálculos hidráulicos de la red de distribución es necesario transformarla en litros por segundo; para lo cual se divide la demanda de m^3/día de todo el proyecto urbano entre 86 400 s que tiene un día y se obtiene la demanda en litros por segundo-*l*ps.

Pero esta estimación con frecuencia está alejada de la realidad. La presión demográfica transforma de manera impredecible tanto las periferias como el proceso de redensificación de los anillos intermedios, o bien aquellos de descenso de densidad en los centros de las ciudades. De modo que un fraccionamiento ubicado inicialmente en alguna periferia, después de un par de décadas ya forma parte de la mancha urbana o del anillo intermedio de la ciudad y entra a un proceso de redensificación. Los lotes o viviendas experimentan cambios en cuanto a usos del suelo, de habitacional a mixto, comercial cuando las familias abren locales comerciales o talleres. También, expanden sus viviendas para dar cabida a algún hijo que se casa; por lo que también empieza a aumentar gradualmente la densidad original del proyecto (Bazant, 2006).

Y qué decir si el proyecto urbano inicial se convierte en el umbral de acceso a parcelas agrícolas vecinas, entonces éstas empezarán un proceso gradual de lotificación. Por ello se acelera el proceso de conversión rural-urbano y con ello el cambio de uso del suelo y densificación del proyecto urbano inicial. Un verdadero dilema para la planeación urbana y para el diseño de las redes de infraestructura que presuponen condiciones relativamente estables de crecimiento urbano.

Por esta razón después de varias décadas las redes empiezan a perder su capacidad de dotación del servicio y surgen los problemas de insuficiencia de recurso hídrico. Si bien en la solicitud oficial de dotación hídrica para un proyecto urbano se estima sobre el número de lotes o viviendas que ofertará a la venta, pues hay incertidumbre con respecto al proceso de conversión urbana mixto-comercial y densificación que experimentará el proyecto urbano a futuro. Estos cambios implican modificaciones en las condiciones en que las redes hidráulicas fueron calculadas inicialmente para una demanda determinada.

Por ejemplo, si el proyecto urbano tiene 100 viviendas, es decir, habrá una población aproximada de 430 habitantes, cuyo consumo medio de 150 ℓpd será de 64500 litros por día (64.5 m³/día) o 0.746 ℓps.

Finalmente es importante destacar la pérdida de agua por fugas en las tuberías, que auque no se consideran dentro de los parámetros iniciales de diseño de una red de distribución de agua afectan su posterior abastecimiento y operación. En *promedio* se estima que de 25 a 30 % del caudal de agua de una ciudad se pierde en fugas debido en parte a que las tuberías son viejas y sus uniones tienen pequeñas fisuras, ocasionado por el asentamiento diferencial de tuberías producto de temblores o vibraciones y por el paso de camiones de carga cada vez con mayor peso. Pero además hay otros factores que producen el debilitamiento de las uniones como en zonas urbanas que están asentadas sobre arcillas expansivas (en el Bajío), otras zonas urbanas sobre arenas volcánicas colapsables (como parte del altiplano), otras sobre zonas inundables que afectan la base sobre la que se apoyan las tuberías (como las costas); todo lo cual puede aumentar más las pérdidas de agua hasta en 48% como en el caso de León, Guanajuato. Y lo que agrava esta situación de pérdidas de agua por fugas es el escaso mantenimiento que reciben las tuberías por las autoridades competentes, lo que hace que el abastecimiento de agua de una ciudad se convierta en una tarea monumental y de gran complejidad.

Gasto medio diario, gasto máximo diario y gasto máximo horario

Una vez que se estima el caudal total del proyecto urbano se procede a obtener el gasto medio diario (Qm), es decir, lo que en promedio se consume de agua por día medido en m³ y convertido a ℓps.

- El gasto máximo diario (Qmd) sirve para obtener el consumo máximo de agua de la población residente en un día; esta proporciona un caudal adicional de agua para nivelar el consumo; lo que se multiplica por el coeficiente de varia-ción diaria que es una constante normativa de 1.2, o sea Qmd = Qm × 1.2 = ℓps.
- Por último es necesario estimar el gasto máximo horario (Qmh) para proporcionar un colchón de caudal a fin de satisfacer la demanda de agua en una hora pico, y se obtiene de multiplicar el Qmd por el coeficiente de variación horaria, que es otra constante normativa que equivale a 1.5; es decir, que el Qmh = Qmd × 1.5 = ℓps.

Del ejemplo anterior, el Qm es de 0.746 ℓps, el Qmd será de 0.895 ℓps y el Qmh = 1.343 ℓps; que es el caudal con el cual se calcula la red hidráulica.

Gasto parcial por tramo

Si bien se obtuvo el gasto total del proyecto urbano, para el cálculo de su red de distribución es necesario

derivar el gasto para cada tramo en *lps*. Como el agua circulará en circuitos, entonces el flujo será en principio constante y permanente. De aquí que el procedimiento más sencillo sea el dividir el Qmh entre la longitud total de la red propuesta, lo que dará un gasto en *lps/m*. Esto permite calcular de manera simplificada el gasto que tiene cada tramo de la red de distribución.

En el ejemplo, supongamos que la tubería tiene una longitud de 800 metros incluyendo las calles interiores del proyecto urbano. Si se divide 1.343 *lps* / 800 m da un Qp = 0.00164 *lps/m*. Esto permite calcular por ejemplo la demanda que puede tener una cuadra o manzana.

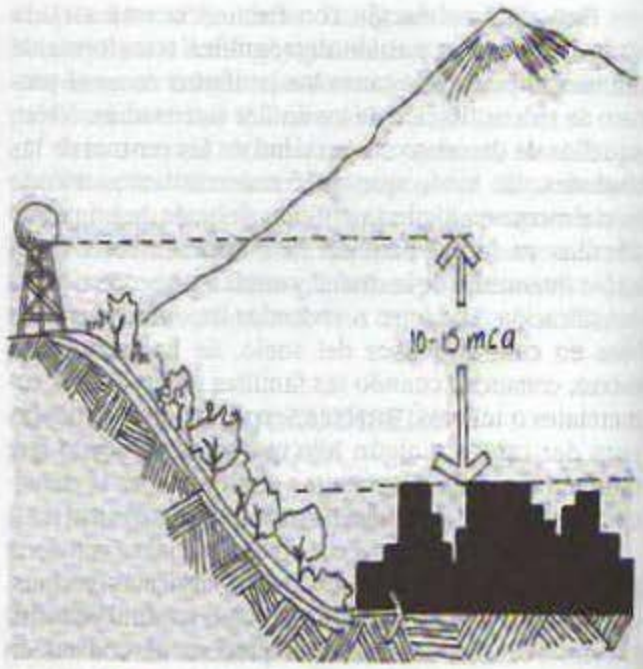
Caudal contra incendio

Además del consumo habitacional de un proyecto urbano, el sistema de distribución debe, en teoría, cumplir con la función de protección contra incendio. La cantidad de agua requerida para el control de incendios depende de las características de las construcciones, las cuales en nuestro medio son predominantemente de materiales pétreos y por tanto de difícil combustión. Por tal motivo, los reglamentos de fraccionamientos no estipulan dotar de hidrantes contra incendios, excepto claro está en centros comerciales o zonas industriales en donde el riesgo de incendio es latente.

Presiones de la red

Las presiones en los sistemas de distribución de agua varían de 10 a 30 metros columna de agua (mca) para proyectos habitacionales o residenciales con edificios de hasta cuatro niveles; y se incrementa de 40 a 50 mca en sectores comerciales e industriales. La mca es la diferencia en metros (referida a un banco de nivel del proyecto urbano) entre la cota a que está la parte inferior del tanque elevado de agua del proyecto y el nivel más alto de cualquier azotea. El criterio es determinar el mca para toda la red de distribución, lo que debe de aplicarse no obstante las variaciones que pueden tener los relieves topográficos del terreno en donde se ubican las edificaciones. De aquí la importancia de ubicar el tanque elevado en la cota más alta del terreno y así aprovechar el desnivel natural para acumularlo a los mca.

Sin embargo, la normatividad de la SARH para el diseño de redes hidráulicas, establece una presión de



Tanque elevado en función de los metros columna agua (mca)

10 a 15 mca para el caso de fraccionamientos, lo cual requiere tanques elevados de menor altura que se traducen en un costo más bajo de la red de distribución. En otras palabras, la presión se traduce de 1.0 a 1.5 kg/cm² en fraccionamientos de interés social y de 1.5 a 3.0 kg/cm² en fraccionamientos residenciales.

Como el tanque debe estar en la cota más elevada del terreno, conforme se aleja del tanque el nivel del terreno incrementa su desnivel, pues la pendiente del terreno decrece conforme se aleja del tanque elevado. El tanque elevado debe de ofrecer por lo menos 10 mca en un conjunto de interés social, la cota piezométrica siempre deberá de ser mayor que la cota del terreno (en este ejemplo 10 m).

Esta conversión de presiones de mca en kg/m² se explica por la constante de Torricelli que establece que la presión es un décimo de la diferencia entre los niveles de la cota superior y la inferior de un tramo. Para efectos de determinar la diferencia entre los niveles es más fácil restar en metros el nivel del tanque de agua contra los niveles en distintos nodos o cruceros de las tuberías (para determinar el mca de cada uno) y luego multiplicarlos por 0.10 para convertirlos en kg/cm².

Pérdida de carga

La red de distribución funciona por gravedad a partir del tanque elevado que le da presión. Es importante que las lecturas de las curvas de nivel en que se ubica cada nodo de la tubería sean fidedignas, pues de lo contrario el cálculo del coeficiente puede resultar poco confiable. La pérdida de carga (*H*) medida en mca se refiere a la diferencia entre la parte baja del tanque elevado y la longitud del tramo. De aquí que en principio, entre más cerca esté el nodo del tanque elevado la *H* será menor y entre más alejado será mayor.

Diámetro de las tuberías

La red de tuberías dentro de una ciudad puede dividirse en líneas primarias, secundarias y locales o de distribución.

Las líneas primarias forman la estructura básica del sistema de alimentación y mueven los grandes caudales desde las fuentes de abastecimiento hasta los tanques de almacenamiento de agua que se encuentran en cotas elevadas en los diferentes sectores de una ciudad. Estas líneas se colocan en circuitos interrelacionados de tal forma que las tuberías no estén separadas más de 1 km. Estas líneas deben tener válvulas a intervalos no mayores de 1.5 km, de modo que cuando hay una compostura o tarea de mantenimiento el fluido pueda derivarse a otro tramo sin que se interrumpa el servicio. El diámetro convencional de estas tuberías es de por lo menos 12 pulgadas, como las que van sobre avenidas primarias.

Las tuberías secundarias conforman circuitos menores dentro de las tuberías primarias. El espaciamiento usual cubre de 12 a 20 manzanas o más con un diámetro de 4 a 6 pulgadas. Es recomendable no tener distancias mayores de 400 m si la calle tiene un retorno y la tubería termina en punto ciego, y hasta 600 m si están conectadas entre sí en sus dos extremos, como una calle tipo oreja.

Pero en zonas comerciales o industriales, por lo general el diámetro mínimo es de 200 mm (8 pulgadas) con cruces localizados a intervalos no mayores de 180 m.

Las líneas de distribución local forman una malla bajo los sectores residenciales del proyecto, pues su propósito es suministrar agua a cada lote o vivienda. Por lo general, se conectan de los circuitos secundarios, y también deben tener válvulas para permitir cerrar una calle sin afectar el resto del sector. Es lógico que los tramos internos de un fraccionamiento demandan poco gasto, por lo que el cálculo hidráulico podría llevar tuberías de 2 a 3 pulgadas de diámetro.

De acuerdo con la normatividad local estas tuberías de distribución no deben exceder los 100 m si terminan en punto ciego y los 200 m si están conectadas en sus dos extremos.

Puede hacerse una analogía entre el flujo vehicular de una calle y el flujo hidráulico de una tubería. La mayor sección vial es de una arteria primaria que concentra el flujo vehicular del fraccionamiento; y la menor sección la de una calle local que tiene un flujo sólo de los residentes. De manera similar, la línea primaria abastece el fraccionamiento desde una fuente externa, la línea secundaria forma los circuitos de los sectores o barrios y las líneas de distribución son las que distribuyen el fluido a los consumidores. De aquí que es recomendable establecer una congruencia entre la jerarquía vial del proyecto urbano con la funcionalidad de las líneas hidráulicas.

Cada tramo de un proyecto urbano tiene un gasto que en teoría requeriría un diámetro diferente, lo cual le restaría presión al fluido del agua. Por tal motivo es recomendable utilizar un solo diámetro en varios tramos, bajo el criterio de que el diámetro decrece conforme se aleja del nodo de conexión del tanque elevado hasta el punto más alejado en donde se ubica el punto de equilibrio de la red.

Es importante recordar que a menor diámetro de la tubería habrá mayor presión y velocidad, pero con menos caudal y viceversa, a mayor diámetro habrá menor presión y velocidad, pero mayor caudal. De aquí que la disminución de velocidad sea la causa más importante para usar tuberías de mayor diámetro, lo que eleva los costos de la red.

Materiales de las tuberías

Las tuberías hidráulicas pueden ser de ferrocemento, PVC o polietileno de alta densidad y deben satisfacer las normas de calidad y especificaciones vigentes. En ningún caso se deben utilizar tubos de asbesto-cemento por su probada repercusión cancerígena.

Velocidad del flujo

La velocidad para el flujo máximo, incluso del caudal contra incendio, en principio no debe ser menor de 1.0 metro por segundo (m/s) ni mayor de 2 m/s; por lo que lo recomendable son 1.5 m/s.

En el cálculo de una red de distribución se trata de equilibrar la velocidad con el diámetro de la tubería, de tal manera que del tanque elevado ubicado en la cota más alta del terreno al tramo más alejado de la red, las pérdidas de carga no sean mayores de 10 mca o sea la presión mínima fijada para un fraccionamiento de interés social, si ese fuera el caso.

Válvulas

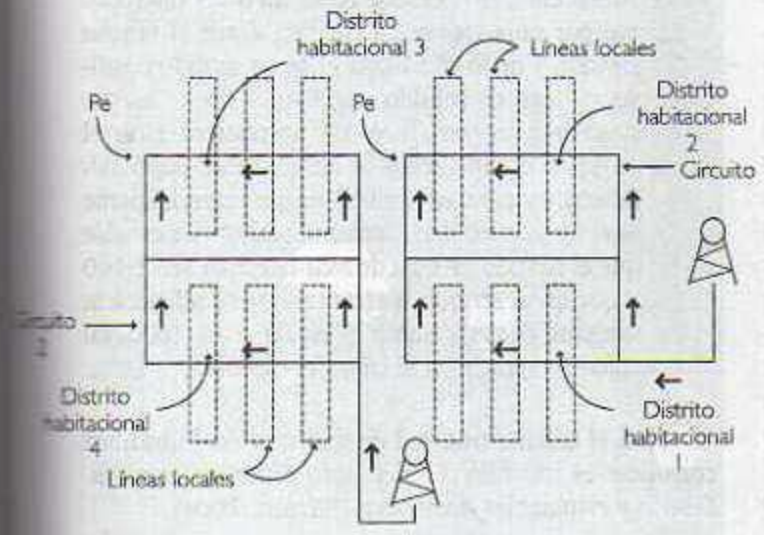
En general las válvulas de seccionamiento se omiten en el diseño de una red de distribución, aunque es conveniente incorporarlas de manera gráfica en la propuesta preliminar para cerciorarse de que cualquier tramo puede estar abastecido de agua, no obstante haya uno o varios otros tramos laterales en reparación o mantenimiento.

CRITERIO DE DISEÑO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN

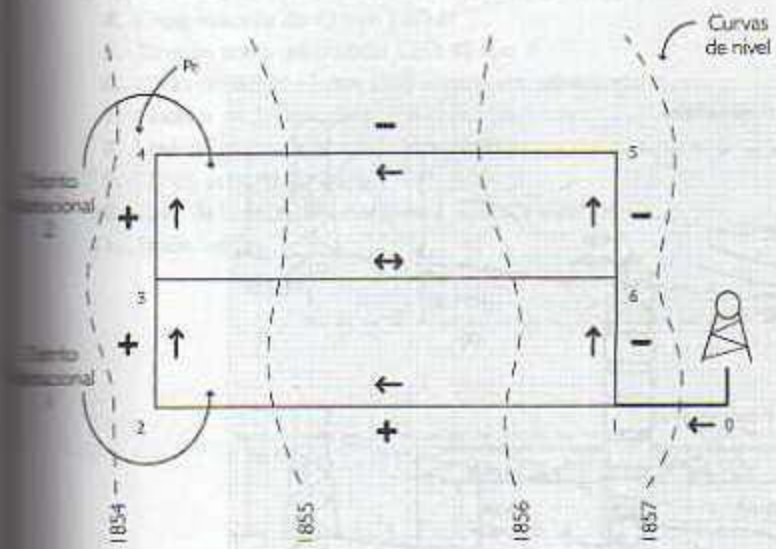
El cálculo preliminar de una red de distribución se lleva a cabo una vez que se concluyó el *anteproyecto urbano*. Por lo que es recomendable realizar diversas alternativas preliminares de trazado de circuitos para buscar la mejor adaptación de los circuitos con el trazado vial y el relieve topográfico del terreno. Esto es porque con frecuencia nuestros anteproyectos no necesariamente concuerdan con la topografía y esto trae consigo costosos ajustes posteriores.

En ocasiones el terreno dispuesto para la cisterna de almacenamiento con su tanque elevado no está en la cota más elevada (o el terreno no es del tamaño adecuado), en otras los circuitos no pueden "cerrar" porque las calles no se intersectan en los puntos deseados, o en otras es necesario hacer movimientos de tierra para elevar o bajar el nivel de alguna vialidad. Por esta razón es recomendable llevar a cabo varias propuestas alternativas de red hidráulica sobre el anteproyecto urbano, pues ambos están en proceso antes de llevar a cabo el proyecto ejecutivo respectivo. El objetivo es lograr una congruencia entre el trazado vial y aquellos de las redes de infraestructura (básicamente agua y alcantarillado sanitario que funcionan por gravedad). El procedimiento simplificado para diseñar de manera preliminar una red hidráulica es el siguiente:

- El anteproyecto urbano debe sobreponerse al levantamiento topográfico del terreno y ambos tienen que estar a la misma escala. El propósito es verificar que empaten las colindancias de ambos polígonos. Hay que identificar la o las etapas en que se realizará este anteproyecto urbano.
- Deben ubicarse el o los puntos más elevados dentro del terreno verificado e identificar las calles o lotes en estos puntos. De ser así debe ajustarse el diseño para que queden libres y poder ubicar la cisterna y tanque elevado (digamos 500 m^2).
- Ubicar la parte más baja del terreno, dado que el flujo hidráulico funciona por gravedad y dependiendo de la distancia (y fricción de la tubería) es probable que este punto reciba menor presión o se convierta en el punto de equilibrio (pe) del circuito hidráulico.
- Llevar a cabo un trazo preliminar del *circuito hidráulico*, buscando que el circuito principal que inicia en la cisterna y tanque elevado recorra todo el proyecto y regrese al punto de origen. Este circuito principal debe intersectarse con las principales calles internas, en cuyo cruce se ubicaran válvulas. Cada crucero tiene un número progresivo iniciando con el del tanque elevado (#1). Todos los tramos del circuito entre caja de válvulas deben ser en línea recta. Si hay una calle con curvas, entonces trazan diversos tramos rectos o bien se ajustan a los codos 45° y 90° disponibles para las conexiones.
- Es probable que el ramaleo secundario derivado de este primer intento de trazo de circuito primario no ofrezca conexión a todos los lotes. En ocasiones las longitudes normativas de tramos secundarios no se cumplen, en otras las tuberías quedan en contrapendiente, lo que implica sobreelevar más el tanque elevado o realizar



Sentidos de flujo en un circuito hidráulico y punto de equilibrio.



Esquema de red de distribución a base de dos circuitos cerrados.

mucha excavación, en otras el diseño vial obliga a dar excesivos recorridos de tubería. Es importante que la tubería primaria forme un circuito (aunque sea de forma cuadrada) lo cual facilitará el flujo permanente del agua. Teniendo el circuito primario se establece una malla de distribución secundaria, lo que no significa que sea reticular sino que puede tener forma ondulada, pero en todo caso debe seguir la trama vial del proyecto.

- Luego se estiman los caudales de agua de manera desagregada por distritos o zonas dentro del anteproyecto urbano, ya que puede haber una variación de demanda dependiendo de la tipología de vivienda y su densidad. Hay que recordar que la demanda de agua en comercios es mínima, y que está básicamente incluida den-tro de la demanda habitacional. La demanda de parques, plazas y jardines es agua tratada, pues proveniene de una pequeña y sencilla planta de tratamiento de aguas residuales al interior del proyecto, ya que ante las limitaciones hídricas existentes es indispensable reutilizar varias veces el agua.
- Aprobado el trazo preliminar del circuito hidráulico se enumera cada nodo de la red. Hay que recordar que los circuitos tienen un diámetro mayor que la malla interna de distribución y, por tanto, es necesario que la secuencia de la numeración de los nodos de los circuitos sea a partir del #1 que es la alimentación que proviene del tanque elevado. Se enumeran indistintamente a favor (+) o en contra (−) de las manecillas del reloj, tal como se ilustra en la figura anexa (Esquema de red).
- En general, el agua que proviene del tanque elevado (nodo # 1) entra en dos ramales del mismo circuito al conectarse con la red. Digamos que una línea va en sentido positivo (+) y la otra en sentido negativo (−), el agua va a fluir por gravedad en ambos sentidos hasta el nodo al extremo del circuito en que ambos flujos se encuentran. Aquí se encuentra el punto de equilibrio (pe).
- Posteriormente se lleva a cabo una estimación de la distribución hídrica de acuerdo con la demanda de cada sector de proyecto urbano. Como se mencionó puede haber sectores de alta

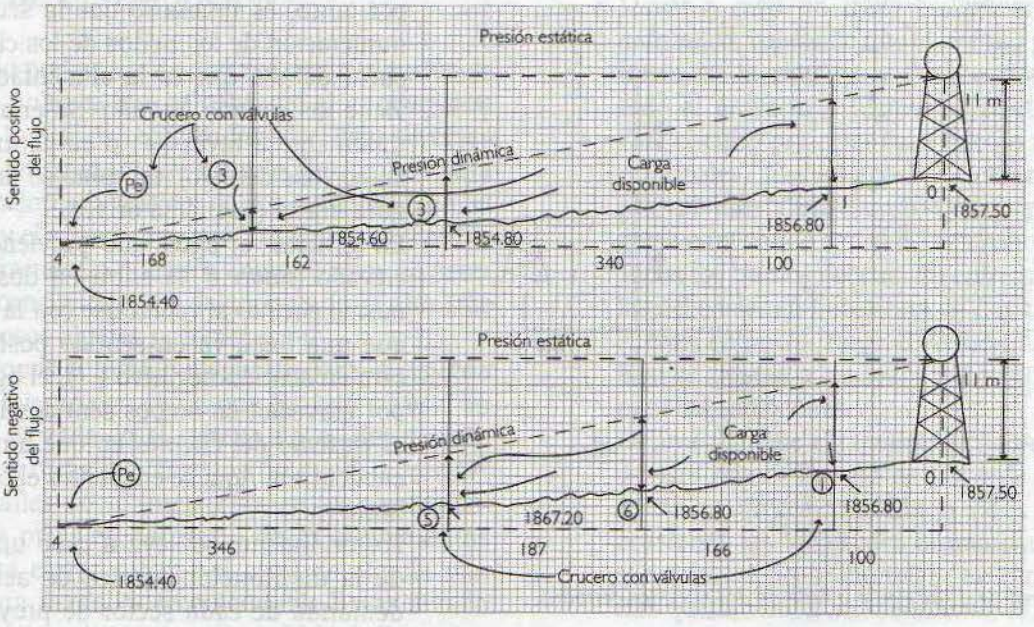
densidad que demandan mayor consumo y también sectores de baja densidad con menor demanda y que, consecuentemente, requieren menor diámetro de tuberías. Aquí habrá que ponderar el tamaño de cada sector, pues digamos que si son de más de 1000 viviendas es recomendable diseñar varios circuitos para que cada uno pueda ser realizado por etapas de acuerdo con el avance de la construcción y ventas inmobiliarias; en tanto que si todo el proyecto es menor digamos de 300 viviendas entonces un solo circuito es suficiente, no obstante que pueda haber variaciones de densidad en su interior. Lo que va a cambiar es el diámetro de las tuberías en cada tramo del circuito, digamos de 8" en el nodo # 1 hasta 4 o 2" en el último tramo próximo al punto de equilibrio.

- Para obtener un aproximado de la cantidad de flujo hídrico que tiene cada parte (+ o −) del circuito, basta dividir la demanda del proyecto entre la longitud y nos dará el gasto parcial del tramo o tramos (Qp). Hay que recordar que como el fluido está dentro de un circuito, está en constante movimiento, lo que permite satisfacer las diferentes demandas que puede tener el proyecto en diferentes sectores.
- Finalmente, es necesario hacer un corte longitudinal por cada tramo del circuito, desde el tanque elevado y nodo # 1 hasta el pe en sentido positivo y luego en sentido negativo, a fin de asegurarse que los *mca* son los normativos para el proyecto urbano. Esto se dibuja sobre papel milimétrico y para acentuar el relieve (especialmente si el terreno es sensiblemente plano) es deseable que el sentido vertical de *mca* la escala sea 1:100 y que en el sentido horizontal que se refiere a la longitud de cada tramo la escala sea 1:1000, tal como se aprecia en el croquis respectivo.

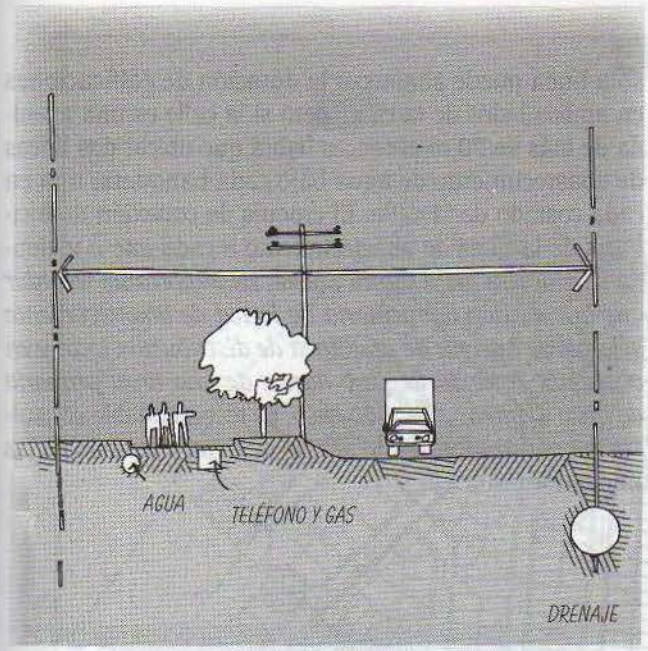
Para el cálculo una red de distribución hidráulica consultar el capítulo 11 del libro *Fraccionamientos. Diseño y evaluación financiera* (Bazant, 2006).

LOCALIZACIÓN DE LAS REDES

El drenaje sanitario generalmente se ubica en el centro de la calle para evitar que los árboles plantados les causen problemas, como cuando las raíces penetran sobre las grietas o uniones de las tuberías y las desnivelan y asolvan. La ubicación sobre el eje de la calle



Ejemplo de costas del terreno sobre una línea de la red de distribución.



Uniformar el tendido y la ubicación de las redes dentro de la sección de la calle faiclita su mantenimiento.

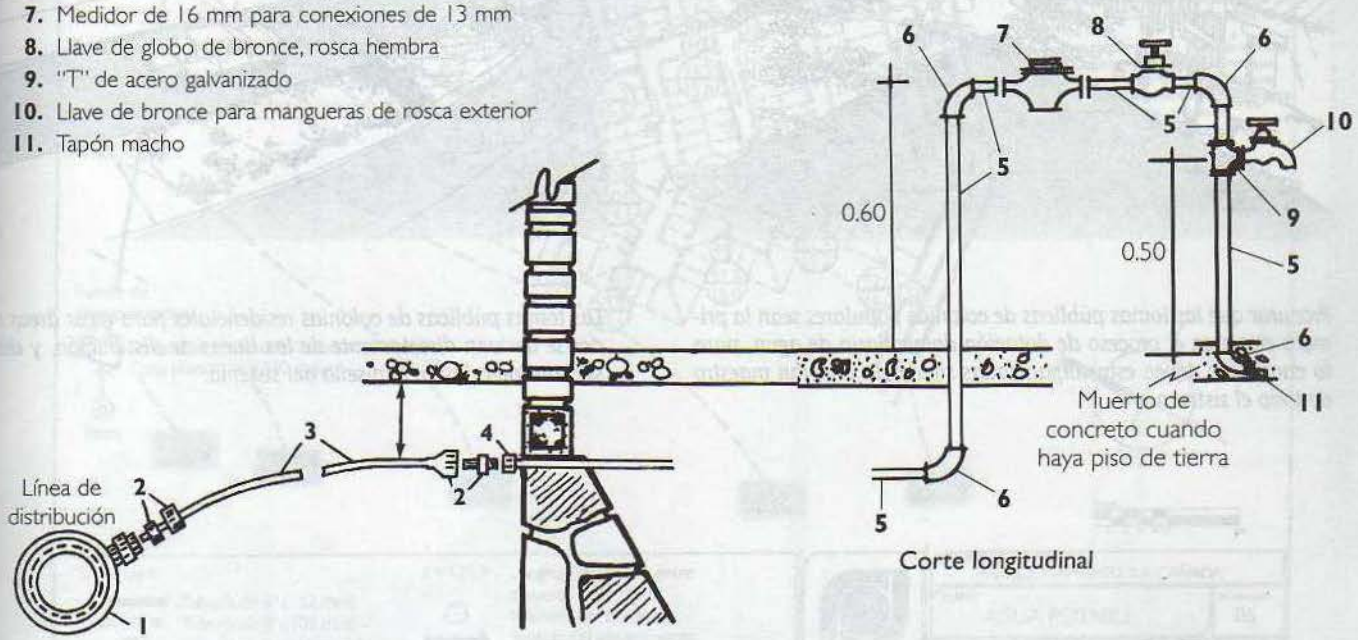
facilita la equidistancia a los parámetros de edificaciones que paralelamente se ubican sobre sus paños laterales. La profundidad de las líneas de drenaje es variable igual que su diámetro, pues depende de cada proyecto urbano y del relieve topográfico en que se ubique. En todo caso, por lo general están a 2 m o más de profundidad.

El albañal pluvial, en caso de realizarse, debe estar separado de la tubería de alcantarillado sanitario (a 1/3 del paño lateral de la calle) y a cota superior, (digamos a 1-2 m), para evitar que una probable fuga de aguas residuales contamine el agua de lluvia. Es dos veces más caro colocar una doble tubería (pluvial y sanitaria) que una sencilla que concentre ambos flujos, pero durante décadas se hizo así, pues había abundancia del recurso hídrico. Pero hoy día, a consecuencia del cambio climático y escasez de recursos hídricos, la alternativa de captar, canalizar y almacenar agua de lluvia se vuelve cada vez más apremiante, especialmente si realizamos un nuevo proyecto urbano "sustentable" en el que los costos adicionales de doble tubería y tanque de almacenamiento se pueden trasladar a los precios de ventas inmobiliarios

TOMA DOMICILIARIA

Materiales para toma de 13 mm (1/2')

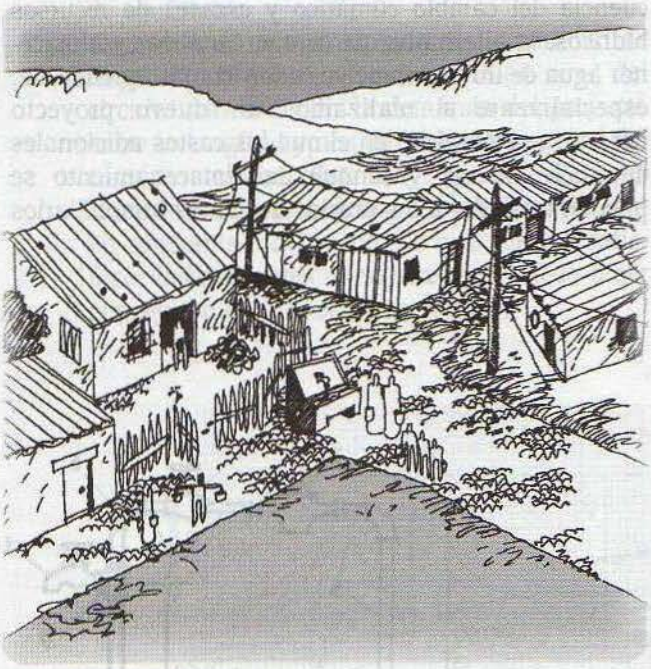
1. Abrazadera de PVC
2. Sujetador PT de 13 mm (1/2') Ø
3. Tubo de polietileno HOP-RTG de 13 mm (1/2') Ø
4. Cople roscado de 13 mm (1/2') Ø
5. Tubo de acero galvanizado CED. 40 tipo A
6. Codo de 90° × 13 mm (1/2') Ø de acero galvanizado
7. Medidor de 16 mm para conexiones de 13 mm
8. Llave de globo de bronce, rosca hembra
9. "T" de acero galvanizado
10. Llave de bronce para mangueras de rosca exterior
11. Tapón macho



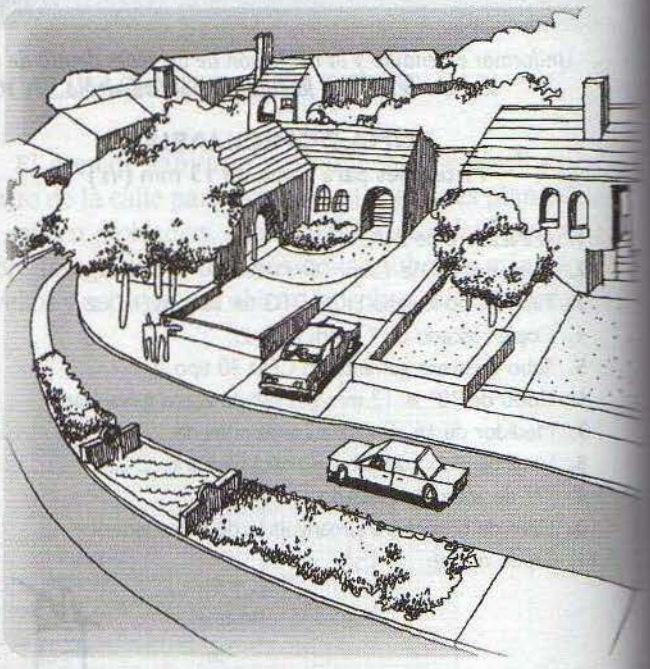
Corte longitudinal

asegurándoles a los compradores que tendrán el abasto de agua en la temporada de estiaje o sequía. Además, este "colchón" hídrico permitiría en un futuro poder abastecer la nueva demanda que surge del proceso de cambio de usos del suelo y densificación.

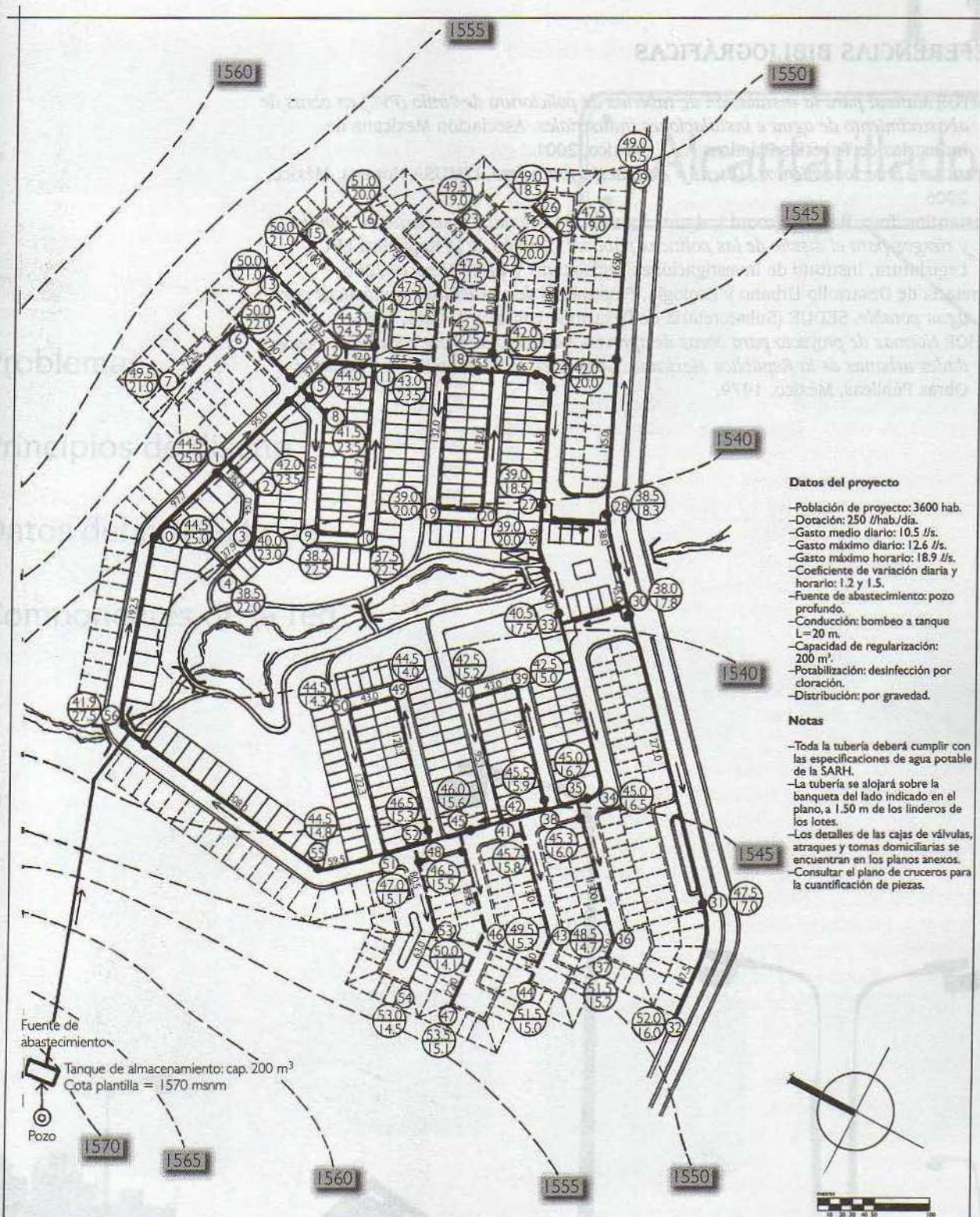
La línea de agua potable se localiza bajo las banquetas usualmente con una caja de válvulas en cada esquina para facilitar las operaciones de mantenimiento del sistema. La profundidad varía de 0.50-1.0 m, y por lo menos a 50 cm arriba del lomo de la tubería de alcantarillado y 2.50 m separada horizontalmente de la tubería de alcantarillado. Su diámetro depende de la demanda que tenga el tramo en cuestión, si la calle es angosta una sola línea puede abastecer la dotación de edificaciones en ambos lados de la calle; pero si la calle es una avenida de más de 20 m entonces habrá que ubicar dos líneas de abastecimiento de agua bajo cada banqueta, una en cada costado de la calle. El croquis de conexión domiciliaria de la línea de abastecimiento a cada lote o vivienda se muestra en la figura anexa. *Es importante recordar que la conexión domiciliaria de la red de abastecimiento sólo puede hacerse de una línea de distribución local y en ocasiones secundaria, pero nunca de una línea primaria de gran diámetro.* En todo caso, es recomendable consultar las normas locales de abasto de agua y tendido de las líneas hidráulicas.



Procurar que las tomas públicas de colonias populares sean la primera etapa en el proceso de dotación domiciliaria de agua, para lo cual éstas deben estar organizadas siguiendo un plan maestro de todo el sistema.



Las tomas públicas de colonias residenciales para regar áreas verdes se derivan directamente de las líneas de distibución, y deben ser consideradas en el diseño del sistema.



Datos del proyecto

- Población de proyecto: 3600 hab.
- Dotación: 250 l/hab./día.
- Gasto medio diario: 10.5 l/s.
- Gasto máximo diario: 12.6 l/s.
- Gasto máximo horario: 18.9 l/s.
- Coeficiente de variación diaria y horario: 1.2 y 1.5.
- Fuente de abastecimiento: pozo profundo.
- Conducción: bombeo a tanque L=20 m.
- Capacidad de regularización: 200 m³.
- Potabilización: desinfección por cloración.
- Distribución: por gravedad.

Notas

- Toda la tubería deberá cumplir con las especificaciones de agua potable de la SARH.
- La tubería se alojará sobre la banqueta del lado indicado en el plano, a 1.50 m de los linderos de los lotes.
- Los detalles de las cajas de válvulas, atraques y tomas domiciliarias se encuentran en los planos anexos.
- Consultar el plano de cruceros para la cuantificación de piezas.

Simbología:

- Tubería de 6" (152 mm)
- Tubería de 4" (102 mm)
- Válvula de seccionamiento
- Caja de inundación contra incendio
- L=125.3 Longitud del tramo entre cruceros (m)
- (5) Número del crucero
- Sentido del escurrimiento
- 45.5 / 24.5 Cota del terreno en m y carga disponible en m de columna de agua

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: AGUA POTABLE — No. DE PLANO: 05

PROYECTO	APROBO	ESCALA	CLAVE
M. MÁRQUEZ	J. B.	1:1000	P-1
DIBUJO	FECHA	ACOTACIONES	No. DE PROYECTO
ABEL LARA	ENERO, 2003	m	V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMITUP, *Manual para la instalación de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) en obras de abastecimiento de agua e instalaciones industriales*, Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas A. C., México, 2001.

Bazant Jan, *Fraccionamientos. Diseño y evaluación financiera*, LIMUSA-Noriega, México, 2006.

Constantino Toto, Roberto (coord.), *Agua. Seguridad Nacional e instituciones. Conflictos y riesgos para el diseño de las políticas públicas*, Senado de la República LIX Legislatura, Instituto de Investigaciones Legislativas y UAM, México, 2006.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, *Proposición de estructuras económicas para agua potable*, SEDUE (Subsecretaría de Desarrollo Urbano), México, 1983.

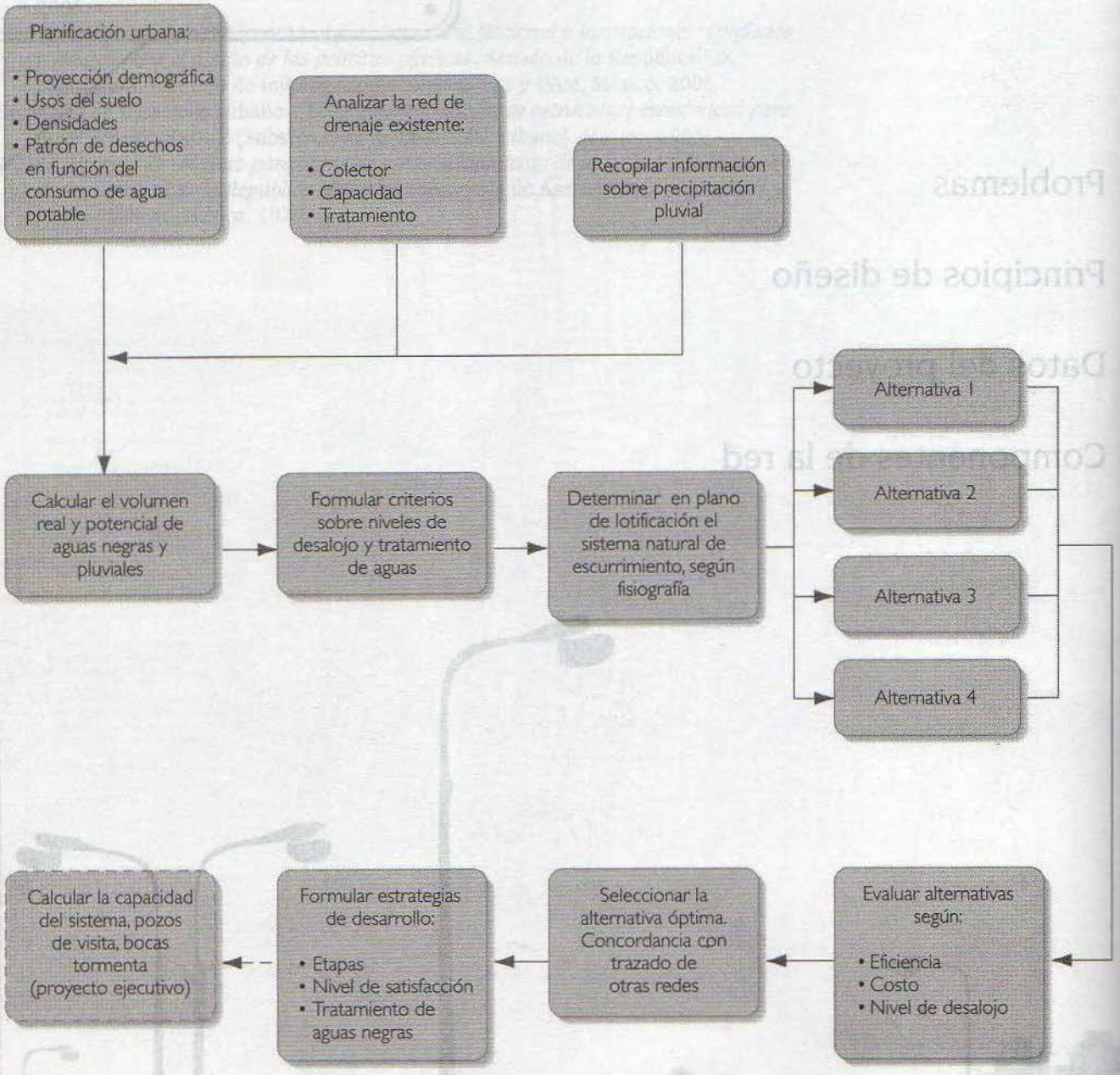
SAHOP, *Normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana*, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México, 1979.

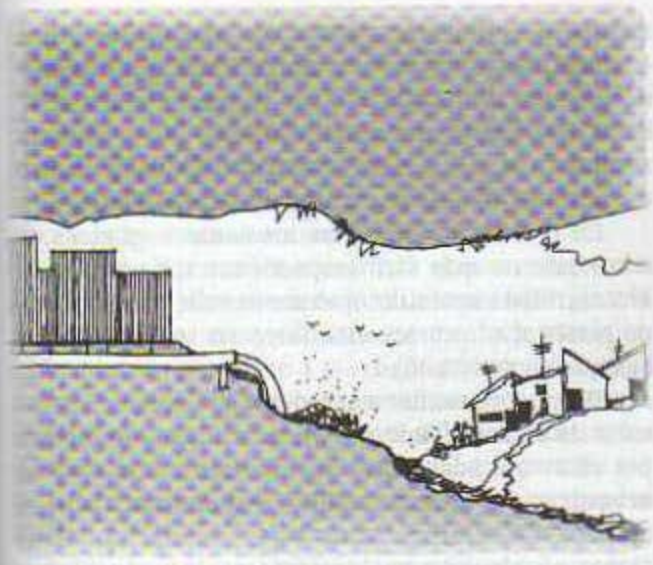
11

Alcantarillado

- Problemas
- Principios de diseño
- Datos del proyecto
- Componentes de la red

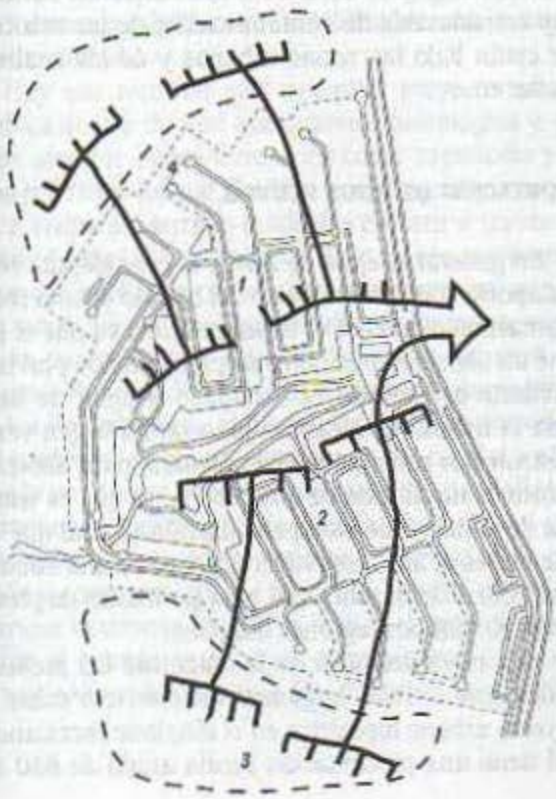
METODOLOGÍA DE DISEÑO: ALCANTARILLADO





El vertido de aguas negras a cielo abierto y su escurrimiento superficial es una de las más importantes fuentes de contaminación.

Fraccionamiento "La Cañada". *Diseño por subsistemas que integran, a su vez, un sistema que ofrece flexibilidad en la realización por etapas sin detrimento de la eficiencia de la red.*



PROBLEMAS

Las aguas residuales, sean domésticas o industriales, por norma deben entubarse como requisito básico para lograr un ambiente higiénico, libre de contaminación de aire, agua y tierra; pues de lo contrario se convierten en agentes altamente contaminantes que afectan a todos los organismos vivos.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

El objetivo es determinar el nivel o niveles de satisfacción del servicio para los residentes de un proyecto urbano o una comunidad urbana establecida; y estos pueden variar dependiendo tanto de la capacidad financiera y técnica del municipio o entidad estatal como del nivel de ingresos de los usuarios que pagarán por el servicio –de forma directa (dentro del precio de venta del lote o vivienda) o indirecta a través del impuesto predial o cuotas de recuperación–. Estos niveles del servicio pueden variar, desde la conexión domiciliaria por lote hasta paquetes de WC comunitarios con lavaderos.

Es recomendable diseñar un sistema colector de aguas residuales completo que prevea futuras ampliaciones, cambios de uso del suelo y densificaciones del proyecto urbano.

La red de alcantarillado es de hecho un sistema recolector de aguas residuales que está compuesto por varios subsistemas de subcolectores que pueden o no estar interconectados entre sí, pero que todos descargan sobre el colector central del proyecto urbano. Esto presupone una jerarquía de tuberías, de acuerdo con la capacidad y función que tendrá dentro del sistema.

Un sistema de alcantarillado debe ofrecer la posibilidad de ir desarrollándolo por etapas o zonas, en congruencia con los sectores habitacionales a que dará servicio de acuerdo con la estrategia de desarrollo y ventas del proyecto urbano.

Las calles en donde se ubiquen las líneas de alcantarillado deben pavimentarse con guarniciones y banquetas, pues de lo contrario si permanecen en terracería se asolvarán durante la época de lluvias.

En función de los niveles de satisfacción del servicio es conveniente determinar la etapa inicial del proyecto y de la línea colectora a manera que desde un inicio estén funcionando; y puedan conectarse posteriormente los diferentes subcolectores del proyecto.

CRITERIO GENERAL DE SOLUCIÓN

El sistema de desalojo de aguas residuales de un proyecto urbano funciona por gravedad; puede hacerse una analogía con un árbol cuyas delgadas ramas superiores son sostenidas por ramas de diámetros cada vez mayores hasta llegar al tronco que tiene el diámetro mayor.

De manera similar, las tuberías sanitarias que están más alejadas son las de menor diámetro éste incrementa a medida que se suman los flujos de aguas residuales hasta llegar al subcolector que concentra las aguas del proyecto urbano y las canaliza hasta el colector municipal.

Este criterio de ramales y diámetros es aplicable a cualquier tipo de sistema sanitario, sea el de peine, retícula, radial o abanico.

Este sistema debe ser congruente con el de dotación de agua, ya que lo que va a desalojarse son las aguas ya usadas por los residentes. Por tanto, el criterio general es trazar de manera paralela ambas líneas, con su debida separación normativa. Para el cálculo de una red de alcantarillado consultar Bazant J. *Fraccionamientos. Diseño y evaluación financiera*.

CONCEPTOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL GASTO DE AGUAS NEGRAS

Aportación inicial de aguas negras

Por norma oficial 80% de la dotación de agua en cada lote habitacional o vivienda del proyecto urbano es desechada como agua residual. En teoría 20% restante se pierde en pequeñas fugas de la tubería antes de llegar a la tubería sanitaria.

De acuerdo con la normatividad hidráulica vigente, únicamente pueden verterse al alcantarillado sanitario las aguas residuales domésticas; en tanto que aquellas provenientes de usos industriales deben recibir tratamiento previo antes de ser vertidas; sin embargo, los residuos van al alcantarillado de talleres de oficio y microempresas que trabajan con pintura, madera, cromado, plásticos o impermeabilizantes que utilizan tíner, aguarrás, ácidos y otros solventes tóxicos que son altamente nocivos para la salud. Y esto se refiere a los miles de pequeños talleres de oficio que existen dentro de una zona urbana, cuyos vertidos no pueden ser controlados y que irremediablemente se mezclan con las aguas negras domésticas. No hay datos para estimar el volumen de estos vertidos, ya que están dispersos dentro de una zona urbana y por ende no son considerados dentro del diseño y cálculo de una red de alcantarillado.

En el caso de industrias medianas o grandes es relativamente más fácil inspeccionar sus vertidos al alcantarillado sanitario; aunque se sabe que por falta de personal o recursos esta tarea no se lleva a cabo siempre en su totalidad.

De manera similar a la red de agua potable, el sistema de alcantarillado es objeto de fugas producidas por estar ubicadas sobre suelos poco aptos para la urbanización (como arcillas expansivas, suelos arenosos colapsables, zonas bajas inundables, vibraciones en el suelo por aumento en la intensidad y peso del tráfico o por estar ubicadas en zonas sísmicas). La repercusión de las fugas es muy severa pues las aguas negras se filtran gradualmente a los mantos acuíferos y los van contaminando. Aunque no hay cifras oficiales, podrían suponerse que por estar tendidas sobre los mismos tipos de terrenos que las redes de agua potable, las líneas sanitarias bien pueden presentar fugas de 25 a 30% lo cual es un volumen muy considerable de contaminación de los acuíferos que están bajo las zonas urbanas y de los cuales se abastecen.

Aportación de agua pluvial

En general el agua de lluvia es considerada como una aportación menor dentro del cálculo de una red de alcantarillado; lo cual es bastante irreal ya que el país tiene un considerable índice de precipitación pluvial, y el criterio establecido es canalizar el agua de lluvia hacia la tubería de alcantarillado sanitario (en vez de construir dos tuberías independientes) para ahorrarse el costo de instalación de una tubería, ya que en temporada de estiaje o de baja precipitación pluvial que son siete meses al año, esta tubería permanecería subutilizada (consultar Bazant 2010 para los índices de precipitación pluvial por regiones del país).

Para tener una idea de la magnitud del problema de desagüe pluvial hagamos un ejercicio sobre un proyecto urbano hipotético en el altiplano mexicano, el cual tiene una precipitación media anual de 850 mm

(contra 200 mm en Baja California Norte, 400 mm en Chihuahua y Nuevo León, y 2265 mm en Campeche y Tabasco). De acuerdo con CONAGUA 72% del agua de lluvia en el país se pierde por evapotranspiración; lo cual quiere decir que del restante 28%, 22% escurre superficialmente por cauces a cielo abierto y sólo en 6% se filtra para recargar los mantos acuíferos.

En el altiplano los meses con mayor volumen de precipitación pluvial son de junio a septiembre (de 143 a 190 mm por mes) y los meses con baja precipitación son de noviembre a mayo (de 15 mm a 6 mm al mes). Por ejemplo en el mes de septiembre llueven 178 mm, divididos entre 30 días llueven 5.9 mm diarios, de los cuales sólo escurre 22%, en promedio 1.3 mm/día.

Una lámina de agua de 1 mm de lluvia que cae sobre 1 m^2 equivale a 1 litro de agua. Entonces lo que tenemos que hacer es cuantificar la superficie del proyecto urbano y multiplicarla por este índice de precipitación pluvial. Si el proyecto urbano tiene 10000 m^2 o 1 hectárea, la concentración de agua sobre este terreno será de aproximadamente 13000 litros o 13 m^3 cada día. Pero si multiplicamos la cantidad de hectáreas que tiene nuestro proyecto y la sumamos con la superficie de todo el sector urbano en que se encuentra podremos apreciar la magnitud del problema que representa el desalojo de agua de lluvia (en época de temporal) dentro de las distintas zonas urbanas de una ciudad.

Hay que recordar que cualquier proyecto urbano se ubica dentro de una microcuenca hidrológica y, por tanto, siempre habrá terreno en cotas superiores y en cotas inferiores lo cual significa que el agua que se precipita arriba del terreno tenderá a escurrir a través del terreno hacia las partes bajas. Esto puede representar un severo problema cuando hay una tormenta tropical y en unos días se precipita un diluvio de agua; razón por la cual hay que respetar (y acaso reforzar) los cauces naturales de agua sin invadirlos. Recordemos que los escurrimientos de agua adquieren mayor velocidad conforme aumenta el volumen del caudal y el recorrido pendiente abajo, por lo que hay que definir la microcuenca hidrológica en que se encuentra el proyecto urbano para de ahí estimar la capacidad de captación y concentración de agua que tiene el cauce que atraviesa el terreno en que se realiza el proyecto. Retomando el ejemplo anterior, supongamos que, cotas arriba, hay conservadoramente 50 veces más la superficie del terreno, es decir, que en un día de lluvia normal atravesarán por el terreno 65 m^3 o sea 0.76 /ps. Pero en varios días de tormenta tropical (en que llueve las 24 horas), la cantidad puede aumentar considerablemente y causar un verdadero desastre a la urbanización, tal como aconteció en Monterrey en 2010 y en ciudades de las costas.

El desalojo de agua de lluvia es atendida parcialmente por los gobiernos locales, soló en la medida de sus recursos y capacidad técnica. Como el agua de lluvia escurre pendiente abajo (entubada en el alcantarillado o rodando superficialmente sobre las calles), las partes bajas de las ciudades tienden irremediablemente a inundarse causando enormes pérdidas materiales y a veces humanas; pues los colectores existentes no tienen la suficiente capacidad de desalojo para estos caudales extraordinarios y adicionales al flujo cotidiano de aguas negras. Pero algunas ciudades hacen canales abiertos o refuerzan los cauces existentes (Monterrey, Tijuana, León, Aguascallentes, Querétaro) para canalizar el agua de lluvia fuera de la zona urbana. En otras ciudades, como la de México, bombean el agua mezclada de los colectores hacia lagunas en zonas bajas (Chalco, Xochimilco, Texcoco) para así darle cabida para que el resto de los tramos puedan seguir canalizando el agua mezclada de otros sectores de la ciudad. O bien se realizan magnas obras como colectores de gran diámetro a gran profundidad, también en la Ciudad de México. Lo que resulta irónico es que el agua que tantos recursos financieros cuesta extraer de los mantos acuíferos locales o canalizar desde otras fuentes alejadas de la ciudad en época de temporal sea canalizada fuera de la ciudad sin ser aprovechada.

Hay que recordar que a lo largo de la historia, prácticamente todas las ciudades se fueron construyendo embalses o pequeñas represas sobre los principales cauces que las atravesaban, de modo que éstas tenían como función regular las "avenidas" de agua y una vez que dejaba de llover se abrían las exclusas para dejar salir el agua poco a poco. Hoy día la mayoría de estos embalses están asolvados y otros han sido parcial o totalmente invadidos; por lo que ya no tienen ninguna utilidad. ¿No sería sensato desasolvar y rescatar estos embalses no sólo para el control de "avenidas" sino, sobre todo, para aumentar las reservas hídricas de las ciudades?

Coeficiente de variación

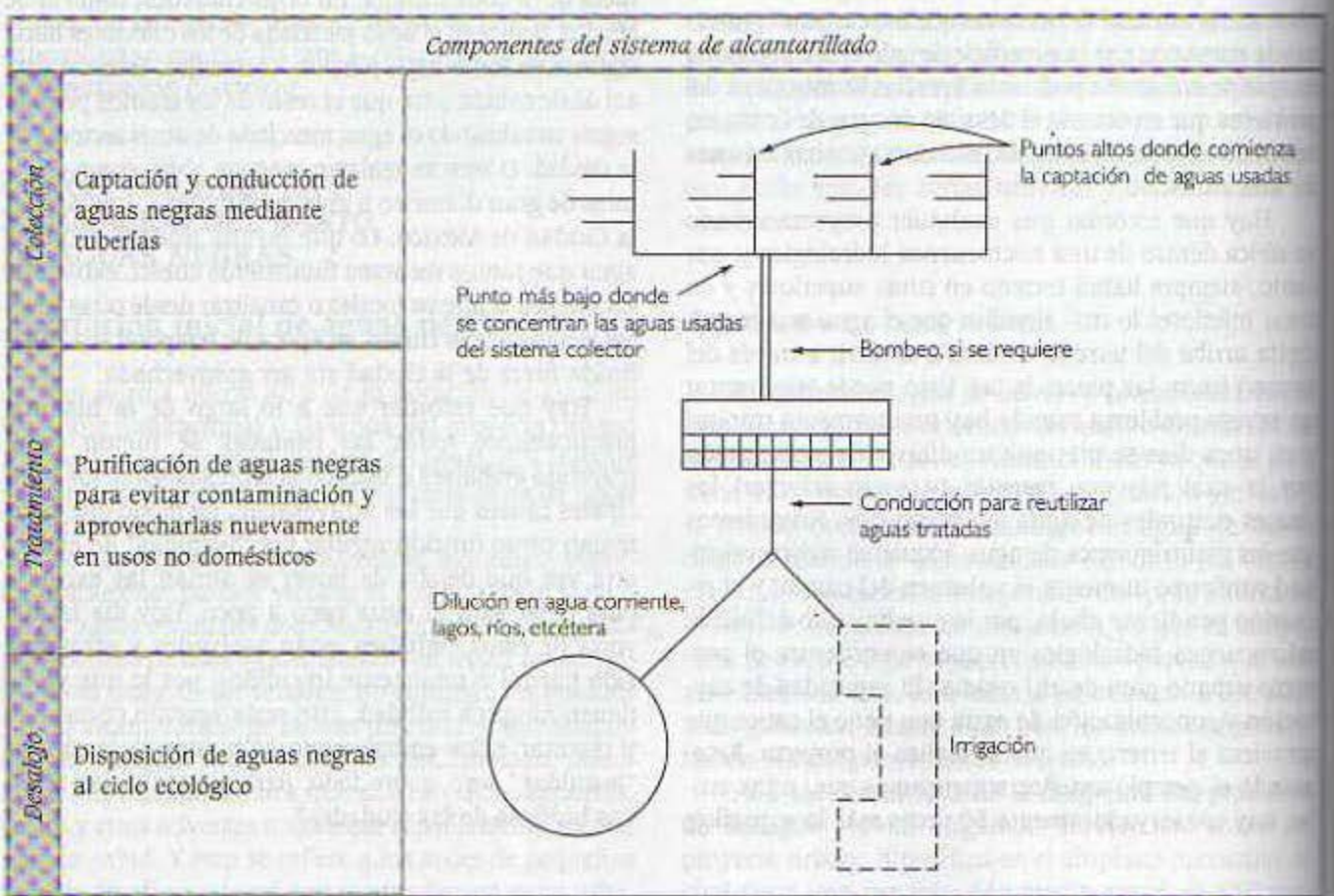
Estos coeficientes prácticamente son dos: el de previsión y el de variación máxima extraordinaria. Se aplican sobre el volumen estimado de descarga y se le suman los resultados para determinar el gasto total de aguas negras.

- **Coeficiente de previsión.** Con este coeficiente se pretende preveer los excesos en las aportaciones que puede recibir la red por concepto de aguas pluviales, domiciliarias, o bien, negras producto de un crecimiento demográfico explosivo. Bajo estas consideraciones los valores del coeficiente varían de 1.00 a 2.00. Normalmente se toma el 1.50, que si se captan también las aguas pluviales se deberá emplear el valor menor (1.00).
- **Coeficiente de variación en aportaciones.** Se considera al alcantarillado para aguas negras como un reflejo de la red de distribución de agua potable a partir de 182 250 usuarios, con el que determina el gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo límite inferior en su variación se acepta generalmente que sea de 1.80.

Cuantificación de los gastos de aguas negras

Para evitar el escurrimiento superficial de aguas negras por incapacidad de las tuberías que las conducen, así como la incorporación de éstas a cauces abiertos que transporten agua para diferentes usos, deberá tenerse presente la población tributaria y su aportación unitaria de aguas negras con objeto de

Criterio general del sistema



determinar el caudal que debe conducir el alcantarillado hasta su disposición final o conexión con el colector municipal.

- **Gastos mínimos y medios.** En las periferias o zonas alejadas de un proyecto urbano se establece que haya un gasto mínimo de aguas negras por conducir y ésta se refiere a la descarga de un WC que es de 1.5 *l*/s, en el entendido de que además se considera que el número de descargas simultáneas al alcantarillado va a condicionar el diámetro de la tubería. En este caso, por norma oficial el diámetro mínimo de la tubería es de 20 cm u 8", tal como se aprecia en el cuadro lateral.

A los gastos mínimos deberán aplicarse los coeficientes mencionados para determinar el gasto máximo. En general se utiliza el siguiente criterio normativo:

$$Q \text{ mínimo} = 0.50\ Q \text{ medio}$$

- **Gasto máximo instantáneo.** La estimación del gasto máximo instantáneo sirve de base para determinar el diámetro adecuado de las tuberías y se hace aplicando un coeficiente al gasto medio.

Si una línea de tubería de alcantarillado desaloja las aguas residuales de una población menor de 182500 entonces el *Q max. inst. = Q medio* en *l*ps, pero si la población es mayor entonces debe considerarse *Q max. inst. = 1.80 Q medio*.

- **Gasto máximo extraordinario.** En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de las tuberías y su valor se calcula multiplicando el gasto máximo instantáneo por el coeficiente de seguridad.

$$Q \text{ max. extr.} = 1.5\ Q \text{ max. inst.}$$

Hay que tomar nota de que estas normas hidráulicas llevan varias décadas de no ser actualizadas, no obstante que en las últimas seis décadas la población del país se ha cuadruplicado y que el calentamiento global ha cambiado la disponibilidad hídrica en las diferentes regiones del país. Ambas determinan tanto el incremento en el abastecimiento de agua como el de su posterior desecho. También el calentamiento global ha propiciado que las condiciones climáticas del país sean en cada ciclo más extremas, es decir, la precipitación pluvial sea más intensa en zonas tropicales que tienden a inundarse en tanto que las zonas desérticas (y semidesérticas) reciban cada vez menos lluvia y disponibilidad de agua. Si bien hay que apegarse a la normatividad, hay que estar consciente de que dependiendo de la ubicación geográfica del proyecto urbano, éste recibirá mayor o menor caudal de lluvia, lo cual impactará de manera directa los volúmenes de agua que recibirá el colector en las partes más bajas del terreno.

CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS

Pendientes

La pendiente en la tubería regula la velocidad de desalojo de las aguas residuales. Hay pendientes mínimas que se aplican a la tubería cuando el terreno es plano y hay máximas que se aplican en terrenos con relieves topográficos.

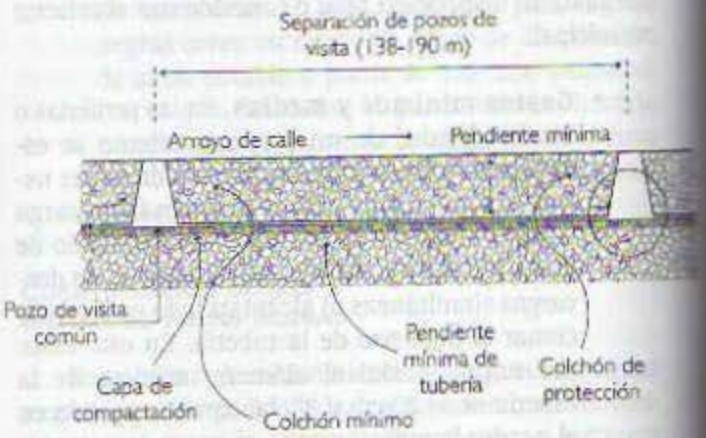
En general, las pendientes de las tuberías deben ser semejantes a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas. Sin embargo, depende de cada caso:

- **Caso normal** (ver tabla respectiva): es el común, se acepta como *gasto mínimo* el que produce una velocidad de 60 centímetros/segundo (cm/s) a tubo lleno. Para el *gasto máximo* se acepta como pendiente máxima aquella que produce una velocidad de 3.00 m/s cuando el conducto funciona lleno.
- **Casos excepcionales:** Para el *gasto mínimo* la pendiente mínima es la que produce una velocidad de 30 c/s con un tirante igual o mayor de 1 cm. El *gasto máximo* es aquel que produce una velocidad de 3.00 m/s a tubo parcialmente lleno.

El propósito de contar con una diversidad de pendientes para las tuberías es evitar la construcción de estructuras de caída libre, es decir, cuando el agua residual cae en chorro dentro de un pozo de visita. Esto desgasta las tuberías y producen malos olores,

por lo que son preferibles pozos de visita de caída adosada (cuando el agua residual escurre sobre un canal inclinado) y se utilizan para vencer desniveles hasta de 2 m en un tramo.

Por tanto, cuando la topografía es accidentada y las tuberías deben funcionar con pendientes máximas, es ineludible ubicar pozos de visita de caída adosada con regularidad para absorber el diferencial de desniveles del terreno que las pendientes de tuberías no pueden manejar.



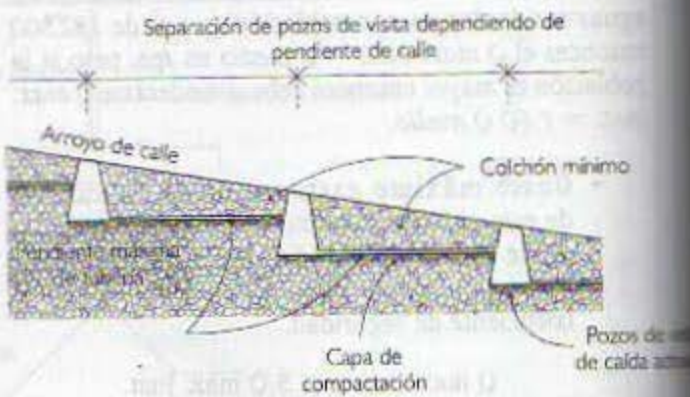
Pozo de visita comunes en terreno plano.

Diámetros

El diámetro de las tuberías debe seleccionarse de manera que su capacidad sea tal que el gasto máximo extraordinario del agua residual escurra sin presión a tubo lleno y con un tirante por gasto mínimo que permita arrastrar las partículas sólidas en suspensión. Este tirante debe alcanzar como mínimo el valor de 1 cm en casos excepcionales y 1.5 cm en casos normales. Los diámetros permitidos en una red de alcantarillado sanitario sßon los siguientes:

Diámetro mínimo. El normativo es de 20 cm y se utiliza en general para desalojar las aguas residuales de una calle local sin sumar el flujo que viene de las calles de arriba.

Diámetro máximo. La tubería puede ser hasta de 1.83 cm de diámetro, que aún puede transportarse en camiones; pero si el proyecto requiere de diámetros mayores es conveniente colar las tuberías en el sitio.



En terreno con pendiente utiliza pozo de visita con caída libre o adosada y pendiente de tubería máxima.

Tirantes mínimos de funcionamiento de tuberías

El tirante es el espesor del flujo corriente medido desde el fondo del tubo hasta su superficie.

- Los tirantes mínimos que se permiten en las tuberías en pendientes mínimas nunca deben ser menores de 1.50 cm, pues de otra manera ya no escurre el fluido por gravedad y se queda encharcado dentro de la tubería.

Ubicación de las líneas sanitarias

El criterio establecido es ubicar las líneas sanitarias en el eje o a lo largo del centro de la calle, a la profundidad que requiere la pendiente de la línea y observando su colchón de protección (ver último inciso del capítulo 10).

Transiciones, conexiones y cambios de dirección horizontal y vertical

Transiciones: El cambio de una sección a otra en las conexiones y variaciones de dirección o pendiente en las tuberías se deberá hacer por medio de una transición dentro de un pozo de visita o caja especial.

Conexiones: Las conexiones entre dos conductos. Con excepción de las descargas domiciliarias, se deberán hacer empleando un pozo de visita.

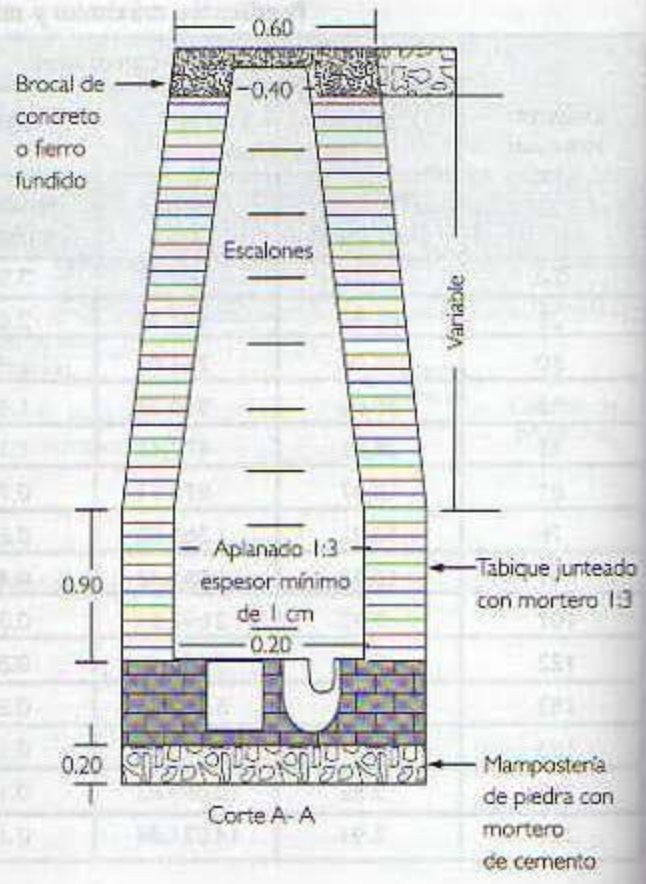
La conexión de un albañal domiciliario a una atarjea, subcolector o colector se deberá ejecutar instalando un codo de 45° y un "slant". Tanto el codo como el "slant" deberán ser del mismo material que las tuberías por conectar y de un diámetro igual al albañal.

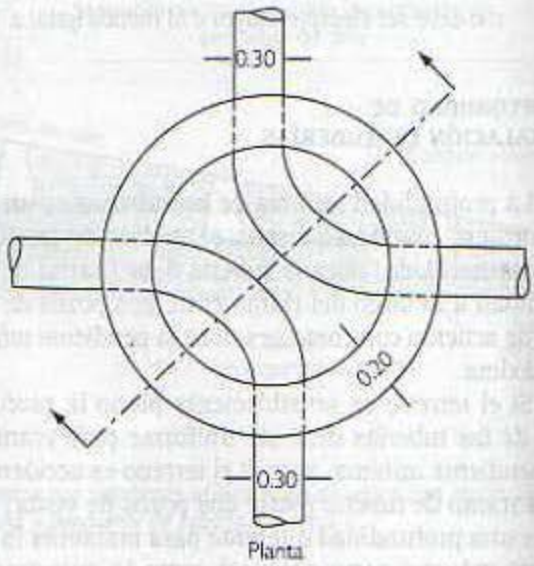
Cambios de dirección horizontal: Los conductos de un pozo de visita se deberán hacer de la siguiente manera:

1. Cuando el diámetro sea de 61 cm o menor los cambios de dirección de hasta 90° de la tubería podrán hacerse en un solo pozo de visita.
2. Cuando el diámetro sea mayor de 61 cm un pozo o caja de visita puede emplearse para cambiar la dirección de la tubería hasta en 45°. Si se requiere dar deflexiones más grandes se emplearán los ángulos de 45° que sean necesarios.
3. En los colectores, cuando el diámetro sea igual o mayor de 1.22 m y la planificación del sitio en que se ubique lo permita, los cambios de dirección horizontal deberán hacerse en los pozos de visita.

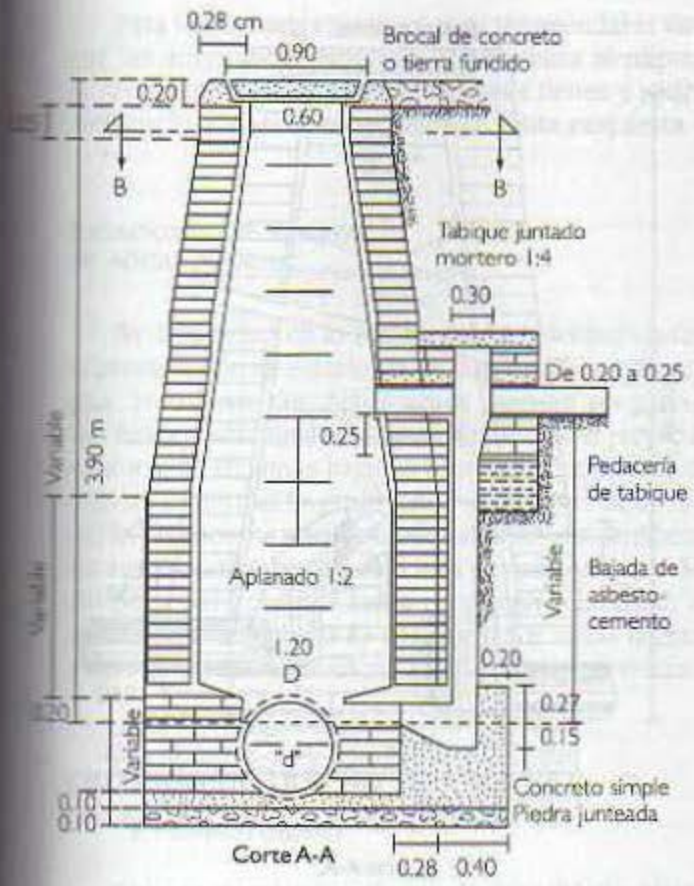
Es decir, si una calle tiene una curvatura entonces será necesario agregar los pozos de visita necesarios para que los tramos cortos de tubería entre ellos permanezcan rectos.

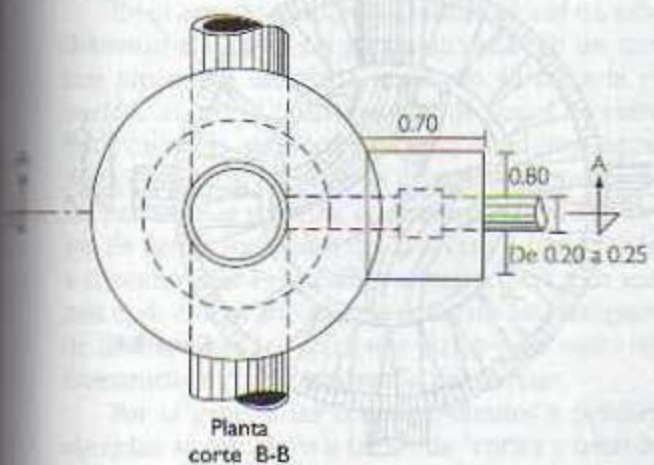
Hay que recordar que las tuberías de alcantarillado deben quedar lineales para facilitar no sólo su





Pozo de visita común.





...os de visita tipo, con caída adosada ...a desniveles 1:00 m.

construcción, sino su posterior mantenimiento y desasolve para lo cual se necesitan pasar guías y cubetas sobre los ductos rectos.

Cambios de pendiente: Cualquier cambio de pendiente entre los tramos de tubería se deberá hacer en los pozos o cajas de visita y nunca en un tramo de tubería que debe tener la misma pendiente entre pozo de visita y pozo de visita.

TIPOS DE POZOS DE VISITA

Pozos de visita comunes

Los pozos de visita son estructuras construidas sobre tuberías a cuyo interior se tiene acceso por la superficie de la calle a través de un brocal. Sirven para inspeccionar los ductos y facilitar las maniobras de limpieza sin tener que romper los pavimentos, así como la función de suministrar ventilación al alcantarillado. El pozo de visita es de forma cilíndrica en la parte inferior, de diámetros variables dependiendo de los diámetros de las tuberías y de forma troncocónica en la parte superior con paredes interiores que tienen una inclinación de 60° rematando con un cilindro de 60 cm en donde se recibe el brocal de concreto. Son suficientemente amplias para dar cabida y permitir maniobras a un hombre en su interior. Los hay de dos tipos (ver figura respectiva):

- Pozos de visita comunes: son aquellos con diámetro interior de hasta 1.20 m para tuberías de 20 a 61 cm.
- Pozos de visita especiales: son los que tienen un diámetro interior de 1.50 m para dar cabida a tuberías de 0.76 a 1.07 m pudiendo recibir entronques con ductos de 20 a 30 cm. El diámetro interior para tuberías de 1.22 m y mayores es de 2.00 m, pudiendo también recibir entronque de tuberías de 10 a 30 cm.

Pozos de visita de caída adosada

Algunas veces por razones de topografía y necesidad de ciertas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías, se requiere el uso de estructuras que permitan efectuar en su interior cambios bruscos de nivel. Los hay de dos tipos (ver figura respectiva):

- Pozos con caja adosada: son los pozos de visita comunes o especiales a los cuales se construye, lateralmente, una estructura menor que permite la caída de aguas residuales en tubos de 20 a 25 cm de diámetro con desnivel de hasta 2.00 m.
- Pozos de caída: son pozos construidos con una caja y una chimenea. En el interior de la caja se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae del tubo más elevado, disminuyendo la velocidad del fluido. Se construyen para tuberías de 30 a 76 cm de diámetro con un desnivel de hasta 1.50 m.

Pozos de visita de caída escalonada

Cuando las uniones de las tuberías del pozo se hacen con eje con clave, no se requiere emplear ninguna de las estructuras mencionadas anteriormente, pues basta con unir las plantillas de las tuberías mediante una caída escalonada (ver figura respectiva).

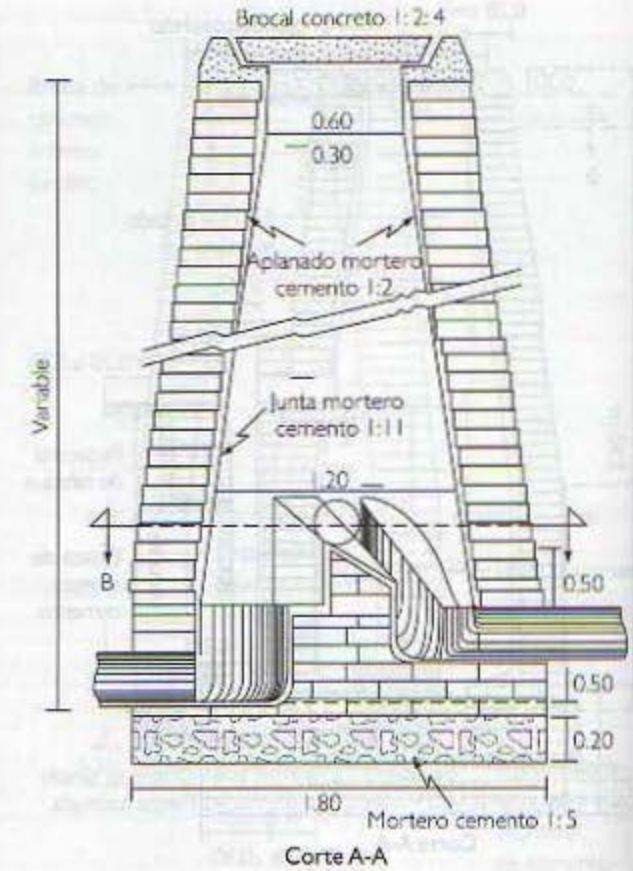
Si la elevación del proyecto de la plantilla del tubo del cual cae el agua residual es mayor que la requerida para hacer la conexión clave entre los dos tubos y la diferencia entre ellas no excede de 40 cm se hará la caída libre dentro del pozo uniendo las plantillas de las tuberías mediante una rápida, sin utilizar ninguna estructura. Pero si la diferencia es mayor de 40 cm se deberá emplear una de las estructuras para salvar la caída.

Si la diferencia de nivel entre las plantillas de tuberías es mayor que las especificadas para los pozos de visita con caída adosada, deberá construirse el número de pozos de visita necesarios para ajustarse a estos desniveles del terreno.

Separación entre los pozos de visita

La separación máxima entre dos o más pozos de visita deberá facilitar las operaciones de inspección y limpieza para tramos rectos y pendientes uniformes, entre ellos se considera:

- 20 a 61 cm = 125 m + 10 % = 135 m
- 76 a 122 cm = 150 m + 10 % = 165 m
- 122 a 244 cm = 175 m + 10 % = 200 m



Pozo de visita tipo caída rápida (para desniveles iguales o menores de 50 cm).

Para validar este criterio es muy recomendable visitar las autoridades sanitarias locales para averiguar el tipo de equipo de mantenimiento que tienen y poder verificar la distancia entre pozos de visita propuesta.

Estaciones de bombeo de aguas negras

Se debe evitar en lo posible (por su elevado costo) la construcción de estaciones de bombeo de aguas negras, procurando que dichas aguas escurran por gravedad hasta el sitio final de disposición. Pero si el proyecto urbano está en zonas bajas, o bien, para conectarse al colector municipal hay que vencer el desnivel de un lomerío, entonces se plantearán dos alternativas: bombear las aguas residuales a la cota más elevada para que de ahí fluya por gravedad hasta el colector municipal; o llevar a cabo una planta de tratamiento de aguas negras y aprovechar sus residuos para el riego de áreas verdes.

CRITERIO DE DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Como se mencionó en el capítulo de vialidad y agua, el criterio hidráulico es ubicar los tubos de mayor diámetro sobre la avenida principal que debe estar trazada sobre la parte más baja del terreno y colocar las tuberías de menor diámetro sobre las calles secundarias y locales ubicadas en áreas de mayor pendiente.

En el aspecto técnico es absurdo ubicar un tubo de diámetro mayor en las partes elevadas de un terreno con topografía ondulada, pues eso encarece la excavación, aumenta la instalación de pozos de visita, y hace complejo su funcionamiento hidráulico. Igual de ilógico es ubicar tuberías de diámetros pequeños sobre las partes bajas y planas, en donde por gravedad los flujos de aguas residuales del proyecto urbano tenderán a concentrarse. Por razones constructivas y de economía es de crucial importancia mantener una congruencia de diseño entre las secciones viales y las redes de infraestructura con la topografía del terreno.

Por lo general las contrapendientes y pendientes elevadas se resuelven a través de "cortes y rellenos" a lo largo de las secciones viales. Como los cortes forman terraplenes y los rellenos forman taludes que son poco estéticos visualmente y poco funcionales para la entrada y salida de residentes a su lote/vivienda, es recomendable que la diferencia entre los niveles de banqueta y lotes laterales no rebase +/− 50 cm. Mayores cortes y rellenos en vialidades incrementan sustancialmente los movimientos de tierras y el costo de urbanización, además de que empobrecen la calidad de diseño urbano. De aquí que si se llega al caso de las contrapendientes el diseñador deba rediseñar esta sección del proyecto hasta eliminarlas y con ello minimizar los cortes y rellenos. Este esfuerzo de diseño aumentará la calidad del proyecto y facilitará su construcción y posterior operación.

Un criterio es ubicar los lotes de mayor superficie en las pendientes más pronunciadas para lograr mayor espaciamiento entre calles y poder adaptar mejor la forma irregular de algunos lotes a lo accidentado de la topografía. Los lotes mayores sobre las zonas de pendiente favorecen que haya mayores distancias entre las entradas y, por tanto, se puedan hacer con mayor espaciamiento las rampas de acceso. También sobre lotes de mayor superficie se pueden ubicar preferentemente edificaciones verticales para minimizar movimientos de tierra. En cambio los lotes pequeños están mejor ubicados sobre las zonas sensiblemente planas del terreno, porque ello facilita la regularidad en el trazado vial y el de su lotificación.

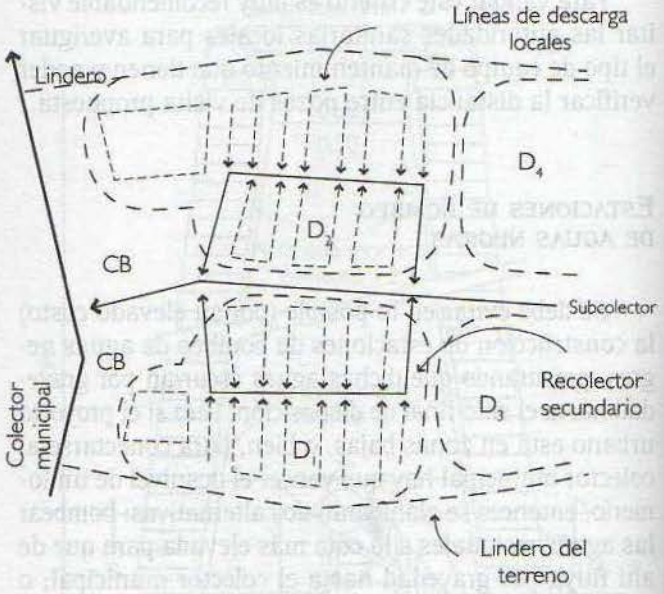
Hay que recordar que las pendientes mínimas para el escurrimiento de agua es 2 al millar en calles y las máximas están indicadas en el capítulo 8 de vialidad.

De aquí que la mejor recomendación sea el visitar e inspeccionar detenidamente el terreno *antes* de iniciar el proyecto urbano, a manera de identificar si hay cauces de temporal y los sentidos de escurrimiento pluvial dentro del terreno, la ubicación de árboles, los puntos probables de acceso y conexión a redes, el punto más elevado para la ubicación del tanque de agua y el punto más bajo para la ubicación de colectores y conexión al colector municipal con especial cuidado por la concentración de aguas pluviales en la época de temporal, los puntos de encuentro con otras vialidades de fraccionamientos colindantes, si hay puntos focales o recorridos visuales relevantes, entre otras. De aquí que sea imprescindible llevar a cabo un análisis del sitio para evitar que algún aspecto del terreno pueda omitirse, tal como se indica en el capítulo 5. Una

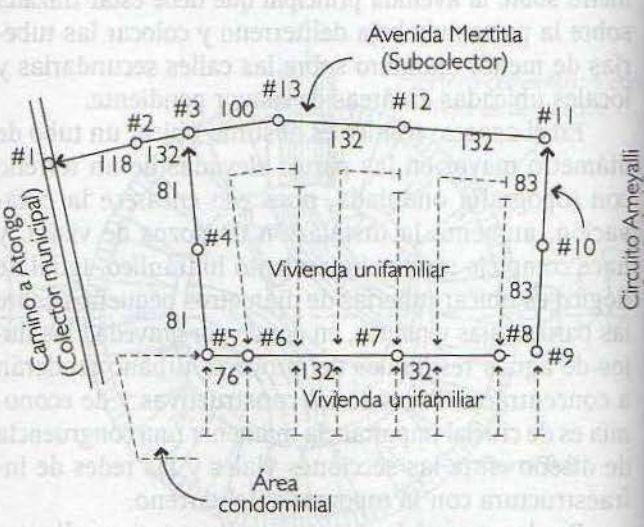
vez que se llega a un primer esquema de anteproyecto urbano es altamente recomendable volver a visitar el terreno para ubicar las calles, redes y diferentes tipos de lote sobre el terreno; pues de otra manera se corre el riesgo (innecesario) de concluir el proyecto ejecutivo urbano y después realizar correcciones por cambios en las pendientes de calles o redes, por abundantes cortes y rellenos que imposibilitan el acceso a lotes, porque la propuesta generará congestionamiento en la entrada o salida al fraccionamiento, y otros más. Hay que recordar que el proyecto urbano debe estar perfectamente adaptado a la topografía del terreno y estar en armonía con el medio ambiente, para lo cual es deseable que el proyectista siga visitando el terreno durante todo el proceso de diseño urbano que asegurará su calidad espacial, formal y funcional.

Y por el contrario, cuando el proyectista es de "gabinete" y recibe el plano topográfico del terreno y sobre éste realiza el proyecto urbano, con certeza traerá problemas de adaptación con la topografía trayendo consigo cantidad de cortes y rellenos con la consecuente dificultad de acceso a lotes, problemas de inundación, falta de identidad por no respetar vegetación, ambiente natural del terreno, y así sucesivamente. Es tanto como implantar un trazo reticular sobre un terreno ondulado; sin respetar ni la topografía, ni escurrimientos pluviales, ni puntos focales o macizos de vegetación endémica, ni secuencias visuales, buscando siempre optimizar el mayor número de lotes para maximizar utilidades, sacrificando la calidad del diseño urbano y de la posterior vida de sus habitantes.

Sin duda alguna que un trazado urbano reticular (con sus respectivas redes) es el más eficiente en términos de funcionamiento hidráulico, construcción y mantenimiento de redes; pero a la vez es el más monótono visualmente, carente de identidad, pues todas las calles son iguales, con pocas o nulas referencias al medio ambiente en el que se inserta, sin jerarquía de espacios internos y que se confunde con miles de otros proyectos urbanos similares que están en la proximidad. De aquí que haya que "diseñar" el proyecto buscando una escala humana para recorridos peatonales internos (digamos formando barrios), que dentro de esta retícula haya ocasionalmente trazos de calles con curvatura suave, puntos focales en recorridos, áreas verdes, ubicación de comercios y usos mixtos en una plaza céntrica (pues de lo contrario se establecerán fuera del fraccionamiento y posteriormente ocasionarán congestiona-



Delimitación de sectores habitacionales y definición de jerarquía en tuberías del drenaje sanitario.



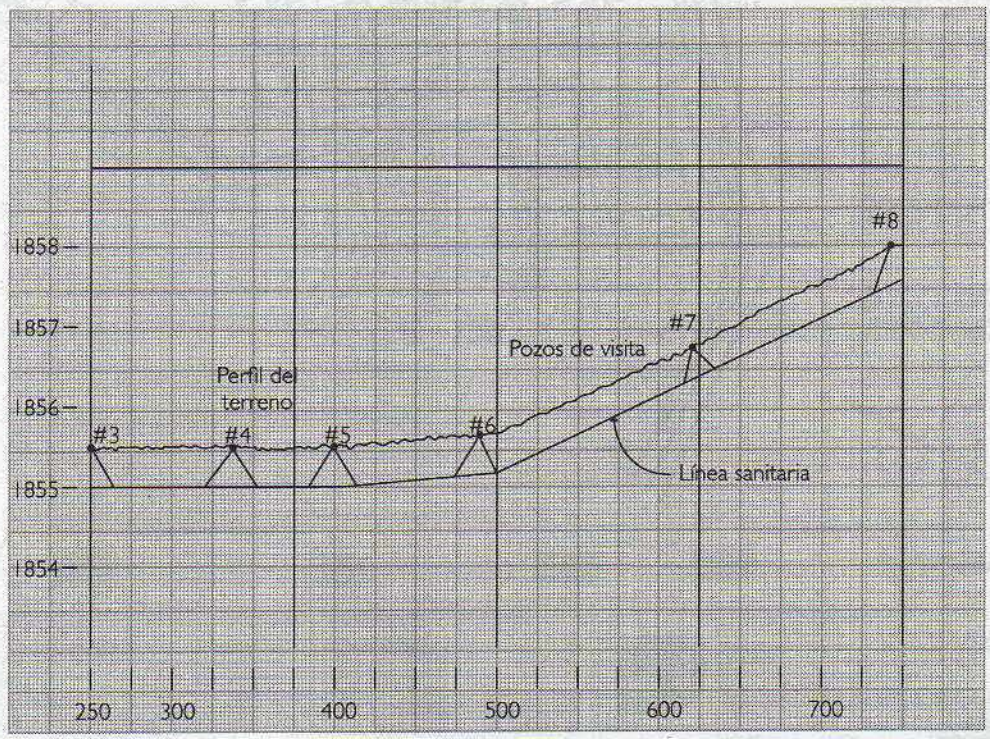
Nomenclatura de calle, numeración de pozos de visita y distancia entre ellos.

miento en la entrada o salida), y así sucesivamente. Esto en el fondo plantea un dilema en el diseño urbano que proponer: mayor cantidad de lotes o mejor calidad de diseño de espacios urbanos. Es aquí en donde el diseñador deberá encontrar el punto de equilibrio entre ambos en la realización de un proyecto urbano.

Finalmente, hay que insistir que el sistema de atarjeas siempre debe funcionar dentro del rango de pendientes mínimas y máximas indicadas en el cuadro respectivo. Haciendo notar que por economía hay que evitar redes muy profundas. El criterio es mantener la tubería a la profundidad mínima requerida y a pendientes constantes entre pozos de visita, los cuales deben estar intercalados a distancias regulares si no hay cambio de dirección en la línea; y en curvas horizontales debe haber los pozos de visita necesarios que estén ubicados dentro de la calle y con tramos rectos entre aquéllos. En cambio en pendientes verticales hay que utilizar los pozos de visita de caja adosada necesarios para que las tuberías de los tramos rectos queden dentro del rango de las pendientes máximas, sin llegar nunca a rebasarlas.

Los pasos a seguir para llevar a cabo una estimación de gasto y trazo preliminar de la red sanitaria consiste en los siguientes pasos (consultar Bazant, *Fraccionamientos*, cap. 12):

- Al anteproyecto urbano se le sobrepone el relieve topográfico del terreno a la misma escala. Se definen las etapas en que éste se realizará buscando una congruencia con el relieve del terreno. Se identifican los puntos más elevados y bajos dentro del proyecto urbano o de sus etapas así como los cauces naturales del terreno.
- Se estiman los gastos de agua negra por manzanas de acuerdo con los coeficientes expuestos anteriormente.
- En el o los puntos más elevados se identifican las calles locales donde se ubica el o los pozos de visita de inicio de la cada línea sanitaria.
- En la parte más baja del terreno se identifica el punto de conexión a la red municipal o de descarga a una planta de tratamiento de aguas negras. En este punto se ubica otro pozo de visita terminal.
- Del pozo de visita inicial se traza de manera preliminar una línea sanitaria "principal" siguiendo la pendiente natural del terreno y buscando en el trazo llegar al pozo de visita terminal (ver croquis anexo, pág. 313). Pero depende del proyecto y la topografía, porque bien pueden requerirse 2 o 3 líneas principales.
- A esta línea o líneas principales se le van intersectando otras líneas provenientes de las calles

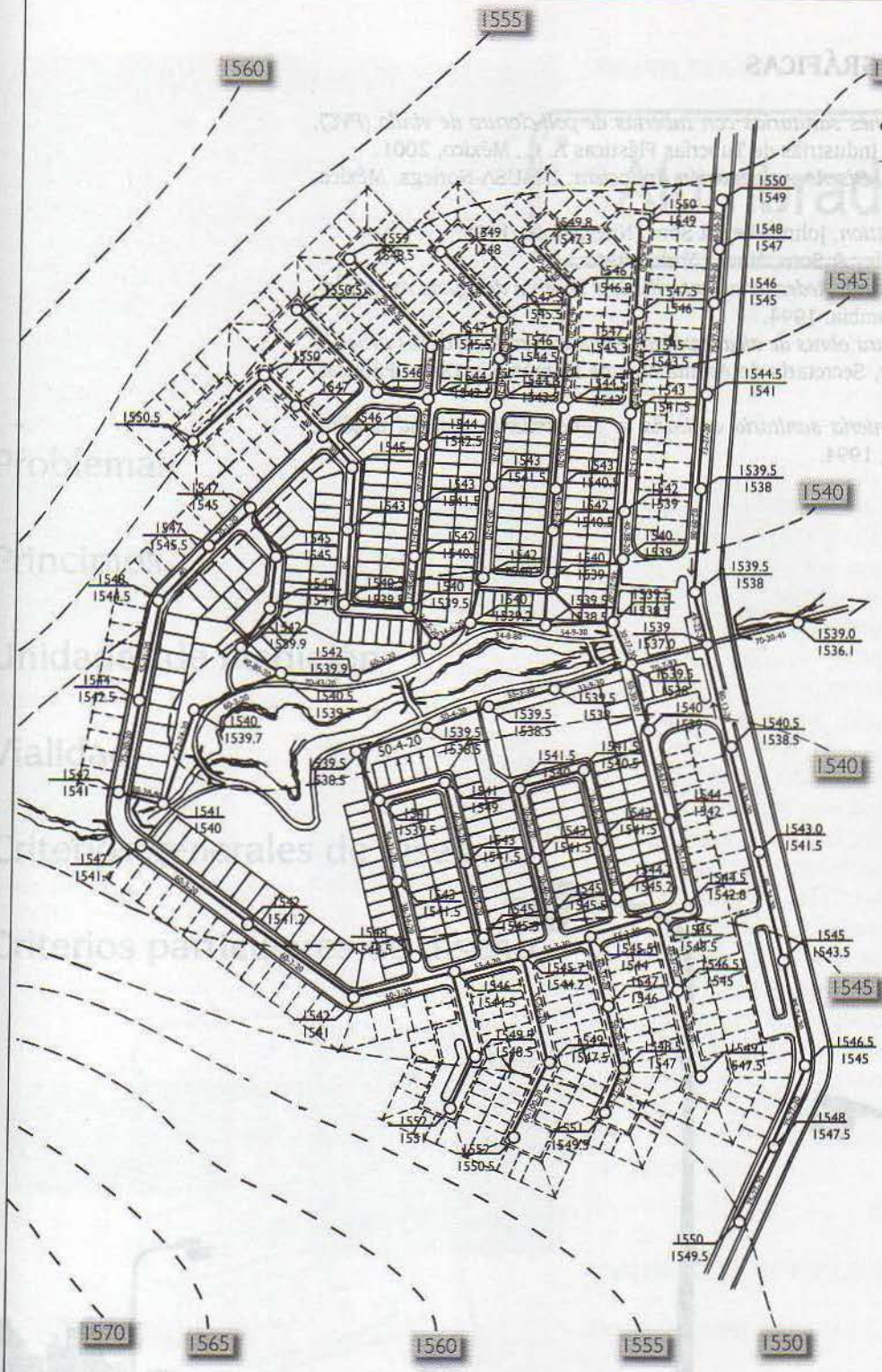


Perfil del terreno con alternativas de tendido y profundidad de tuberías.

que las va atravesando pendiente abajo. En cada intersección se ubica un pozo de visita. Hay que recordar que no hay que sobrepasar la distancia máxima de separación entre pozos de visita. Y normativamente no hay separaciones mínimas entre pozos de visita.

- Se anota la distancia que hay entre cada pozo de visita.
- Se realiza un corte longitudinal a lo largo de la o las líneas principales poniendo en el eje horizontal (o "X") escala 1:1000 y en la vertical escala 1:100, utilizando papel milimétrico a manera de resaltar con claridad las pendientes del terreno natural tal como aparece en el plano de topografía. A lo largo de esta distancia se ubican los pozos de visita y se tiende la línea principal, tal como lo muestra el croquis anexo.
- Teniendo la distancia horizontal entre dos pozos de visita y la vertical entre punto de entrada a un pozo de visita y de llegada al siguiente pozo de visita, se obtiene la pendiente tentativa de la tubería. Hay que respetar el colchón mínimo de profundidad. Si está dentro de los rangos normativos el tendido de la tubería propuesta es válida.
- Lo común es que hay que realizar varias alternativas de trazo de la o las líneas principales y las líneas provenientes de las calles que convergen. En ocasiones hay que modificar el trazo vial (y su lotificación) para ajustarse mejor a la topografía; y en otras, se busca el tendido de la línea principal sea por otras calles.
- Una vez que el trazado de la red está completo se procede a determinar el gasto que se acumula en cada tramo de la tubería para estimar su diámetro. Se acumula el gasto de tramo en tramo hasta llegar al final que tiene el mayor diámetro y desfoga sobre el pozo de visita terminal.

Lo que interesa a nivel de anteproyecto urbano es validar que la propuesta vial y su lotificación es técnicamente viable para el tendido de una red sanitaria.



Criterios de diseño

– Se presentan dos soluciones a la red de alcantarillado, que resultan de dis-tintos criterios de diseño:

- En la rama superior se presenta una solución de integrar los subcolec-tores directamente a un colector que descarga al emisor. Con este criterio se puede solucionar el sistema de drenaje con tuberías de menor diámetro, ya que integra menos caudal de aportación de descargas domiciliarias a cada sub-colector. Sin embargo, no siempre es posible esta solución porque en terrenos con mucho desnivel las pendientes obligadas de la tubería producen velocidades mayores a las permisibles y se requieren mu-chos pozos de visita para reducir los tramos de tubería y, con ello, buscar disminuir su pendiente.
- En la rama inferior se presenta una solución a base de interceptar con subcolectores toda una zona de pendiente fuerte y encauzarla hacia los colectores paralelos a las líneas de nivel topográfico, las cuales tie-nen pendientes mínimas, con lo que se logra un funcionamiento hi-dráulico más adecuado. Este sis-tema es más eficiente en zonas con grandes desniveles topográficos.

– En lo referente al alcantarillado pluvial, se requiere de un análisis de costo-beneficio para decidir la inversión, ya que para los caudales provocados por precipitaciones pluviales se necesita generalmente tubería de gran diámetro y, en consecuencia, de inversiones cuan-tiosas.

– El Fraccionamiento "La Cañada" se encuentra en clima templado, y siendo su superficie relativamente pequeña, se optó por desagüe su-perficial del agua pluvial que se conduce al punto más bajo, que es el estanque central.

NOTA: Los datos del plano tienen por objeto ilustrar la aplicación de las normas de diseño, aunque no sean derivadas de un cálculo hidráulico riguroso.

Simbología:

- Crucero
- Cabecera
- 0.00 Cota de terreno
- 0.00 Cota de plantilla
- Pozo de visita
- Tubería de 45 cm
- Tubería de 20 cm
- 30-3-61 Longitud (en metros) Pendiente (en milímetros) Diámetro (en centímetros)

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S. A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"			
PLANO: ALCATARILLADO			No. DE PLANO: 06
PROYECTO: M. MÁRQUEZ	APROBO: J. B.	ESCALA: 1:1000	CLAVE: P-1
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMITUP, *Manual de instalaciones sanitarias con tuberías de poli-cloruro de vinilo (PVC)*, Asociación Mexicana de Industrias de Tuberías Plásticas A. C., México, 2001.

Bazant Jan, *Fraccionamientos. Diseño y evaluación financiera*, LIMUSA-Noriega, México, 2006.

Duncan Mara, *Low cost sanitation*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1996.

_____, *Low cost sewerage*, Wiley & Sons, Nueva York, 1996.

Metcalf-Eddy, *Ingeniería sanitaria. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales*, Editorial Labor S. A., Colombia, 1994.

SAHOP, *Normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la República Mexicana*, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, México, 1979.

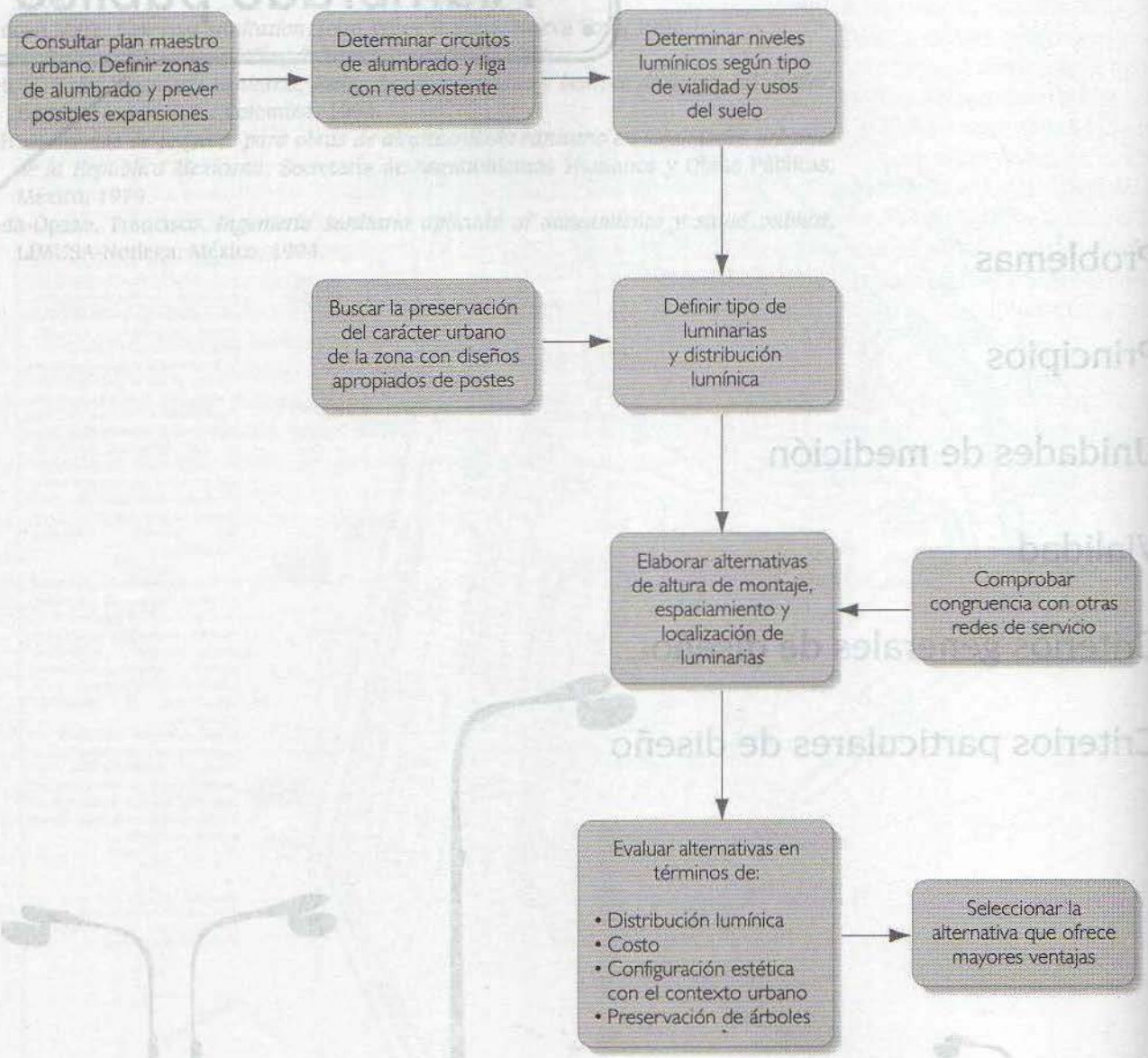
Unda-Opazo, Francisco, *Ingeniería sanitaria aplicada al saneamiento y salud pública*, LIMUSA-Noriega, México, 1994.

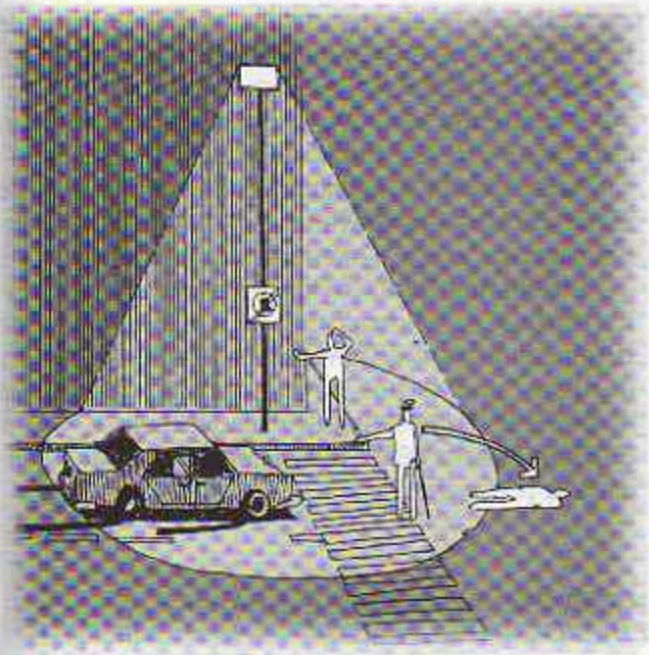
12

Alumbrado público

- Problemas
- Principios
- Unidades de medición
- Vialidad
- Criterios generales de diseño
- Criterios particulares de diseño

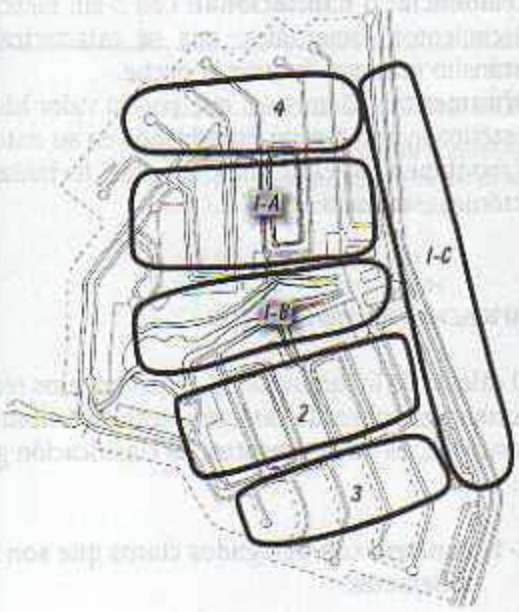
METODOLOGÍA DE DISEÑO: ALUMBRADO PÚBLICO





Malas condiciones de alumbrado hacen peligrosa la circulación vehicular y peatonal durante la noche.

Fraccionamiento "La Cañada". *El diseño de la electrificación y el alumbrado por circuitos integrados a un sistema ofrece mayor eficiencia de funcionamiento y economía de operación.*



PROBLEMAS

La carencia o deficiencia de alumbrado público hace muy riesgoso el tránsito peatonal por las noches, porque aumenta el riesgo de asalto o violencia y lo expone además a sufrir un accidente o a ser atropellado.

Un diseño inapropiado de alumbrado público también hace peligrosa la circulación vehicular, debido a deficiencias y variaciones en el nivel lumínico o a la variada visibilidad del señalamiento vial.

PRINCIPIOS

El uso apropiado de alumbrado público proporciona a la comunidad beneficios económicos y sociales. Entre tales beneficios se cuentan: reducción de accidentes nocturnos, disminuyendo las pérdidas humanas y económicas que ocasionan; prevención de delitos y ayuda a la protección policiaca; facilidad en la fluidez del tránsito vehicular; promoción de negocios e industrias durante la noche e inspiración de un espíritu comunitario.

La red de alumbrado público es un sistema de distribución completo que depende de su subestación, y deberá ser congruente con el sistema vial de la zona urbana en la que se instalará.

El sistema de alumbrado público –a diferencia de las otras redes de servicio– debe ofrecerse desde la primera etapa en que se desarrolla una lotificación, por los motivos señalados anteriormente. Sin embargo, el sistema debe estar compuesto por circuitos o subsistemas que deben ser congruentes con cada etapa en que se desarrolla un fraccionamiento o zona urbana para facilitar que las obras de mantenimiento que se dan a un circuito no impidan que los demás dejen de operar con eficiencia.

UNIDADES DE MEDICIÓN

Definiciones

Lumen: Unidad de flujo luminoso, equivalente a 1/680 watts, emitido a una longitud de onda de 5555 angstroms, siendo esta potencia la cantidad de luz emitida por segundo de una fuente luminosa.

Candela: Unidad de intensidad luminosa, emitida por unidad de ángulo sólido en una dirección dada y que equivale a 12.57 lúmenes o a 1/60 de la intensidad luminosa de un cuerpo negro a 2046 K.

Lux: Unidad de iluminación que es igual al flujo luminoso incidente por unidad de área equivalente a un lumen por m^2.

Candela/cm²: Unidad de luminaria que es igual a la intensidad luminosa por cm^2. Equivalente también a 2920 foot-Lambert. Esta unidad debe tomar en cuenta la reflectancia del área iluminada.

VIALIDAD

Clasificación general de los espacios por iluminar*

Supercarretera A: Vialidad dividida con control de accesos, sin intersecciones a nivel y con mayor complejidad visual que una vía urbana rápida. Generalmente tiene seis o más carriles y las intersecciones a desnivel están espaciadas a más de dos kilómetros entre sí.

Supercarretera B: Similar a la anterior, en donde el alumbrado se hace primordialmente en intersecciones.

Vía rápida: Vialidad dividida para el tránsito de paso, con control de acceso parcial y generalmente con intersecciones de acceso en los cruceros viales más importantes.

Vialidad primaria: Es la parte del sistema vial que sirve como red principal de flujo vehicular de paso. Las rutas viales conectan áreas principales de generación de tránsito y carreteras rurales importantes que entran a la ciudad.

Vialidad secundaria o colectora: Las calles distribuidoras o colectoras sirven al tránsito entre la vialidad primaria y la local. Estas calles se usan para movimientos de tránsito entre las áreas residenciales, comerciales e industriales.

Calle local: Se usa principalmente para dar acceso directo a residencias, comercios o industrias. No incluye las calles que llevan tránsito de paso.

*El capítulo de alumbrado está adaptado de: Illuminating Engineering Society of North America, *American National Standard Practice for Roadway Lighting*, aprobado en marzo de 1981.

Callejón: Pasaje angosto de uso público dentro de la manzana, que sirve para dar acceso posterior a algunas propiedades comerciales.

Banquetas: Pavimentados para uso peatonal, localizados dentro del derecho de vía de las calles.

Andadores: Rutas peatonales fuera del derecho de vía de la calle, que atraviesan parques o áreas comunes para dar acceso al interior de las manzanas.

Ciclopistas: Rutas pavimentadas por las que circulan personas en bicicletas y que forman toda una red de circulación distinta de la vehicular y peatonal. Existen dos tipos: la *A* es una franja adyacente a la calle o acotamiento marcada para circulación ciclista, y la *B* está alejada de la calle o es adyacente al sistema de andadores peatonales.

Clasificación de áreas

Comercial: Es la porción del municipio en la que hay gran cantidad de peatones durante las horas hábiles. El uso del suelo atrae frecuentemente un volumen pesado de tránsito vehicular y peatonal durante la noche.

Intermedia: Es la porción del municipio que genera un volumen moderado de tránsito peatonal, al incluir algunas manzanas como centros recreativos (cines, teatros, etc.), grandes edificios de departamentos o tiendas de menudeo.

Residencial o habitacional: Con o sin mezcla de establecimientos comerciales, que se caracteriza por poco tránsito peatonal durante la noche.

Ornamental: Elementos que por su valor histórico o estético merecen estar enfatizados en su entorno, como monumentos, esculturas, fuentes, fachadas arquitectónicas, etcétera.

Clasificación de pavimentos

El cálculo de la luminosidad de pavimentos requiere información sobre las características de reflectancia de las superficies de pavimentos. La clasificación general es:

R-1: Concreto con agregados claros que son muy reflejantes.

R-2 y R-3: Concreto con agregados claros que son medianamente reflejantes.

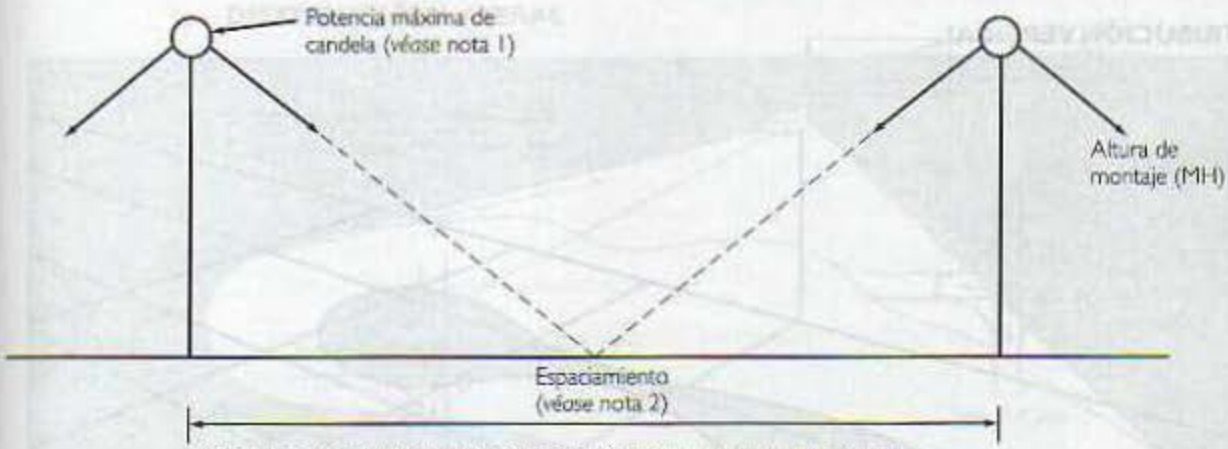
R-4: Se refiere usualmente al asfalto con agregados oscuros que son poco reflejantes. De acuerdo con el nivel de reflectancia del pavimento se recomienda un nivel lumínico apropiado, tal como se muestra en las tablas respectivas (p. 323).

Clasificación de luminarias

La distribución apropiada del flujo de luz de las luminarias es uno de los factores esenciales del alumbrado eficiente de calles. La luz que emana de las luminarias es controlada direccionalmente y proporcionada de acuerdo con los requerimientos de visibilidad. Todas las luminarias se pueden clasificar según sus patrones de distribución laterales y verticales. La *distribución lateral* se utiliza de acuerdo con la relación entre el ancho de calle y la altura de montaje. La *distribución vertical* se emplea según la relación entre el espaciamiento de luminarias y su altura de montaje.

De este modo, la distribución lumínica se puede clasificar según tres criterios: distribución vertical de luz, distribución lateral de luz y control de distribución de luz arriba de la potencia máxima de candela.

TÍPICO ALUMBRADO DE CALLES QUE MUESTRA LA RELACIÓN ESPACIAMIENTO-ALTURA DE MONTAJE



Nota 1: Los haces lumínicos de la potencia máxima de candela de las luminarias deben, por lo menos, llegar al centro de la calle.
Nota 2: El espaciamiento máximo es:

A = distribución corta-4.5 MH
B = distribución mediana-7.5 MH
C = distribución larga- 12.0 MH

Distribución vertical

La distribución vertical es la cuantificación del ángulo con el cual se definen los máximos conos de emisión luminosa que produce una luminaria sobre un plano horizontal, en relación con el índice de espaciamiento-altura de montaje (MH).

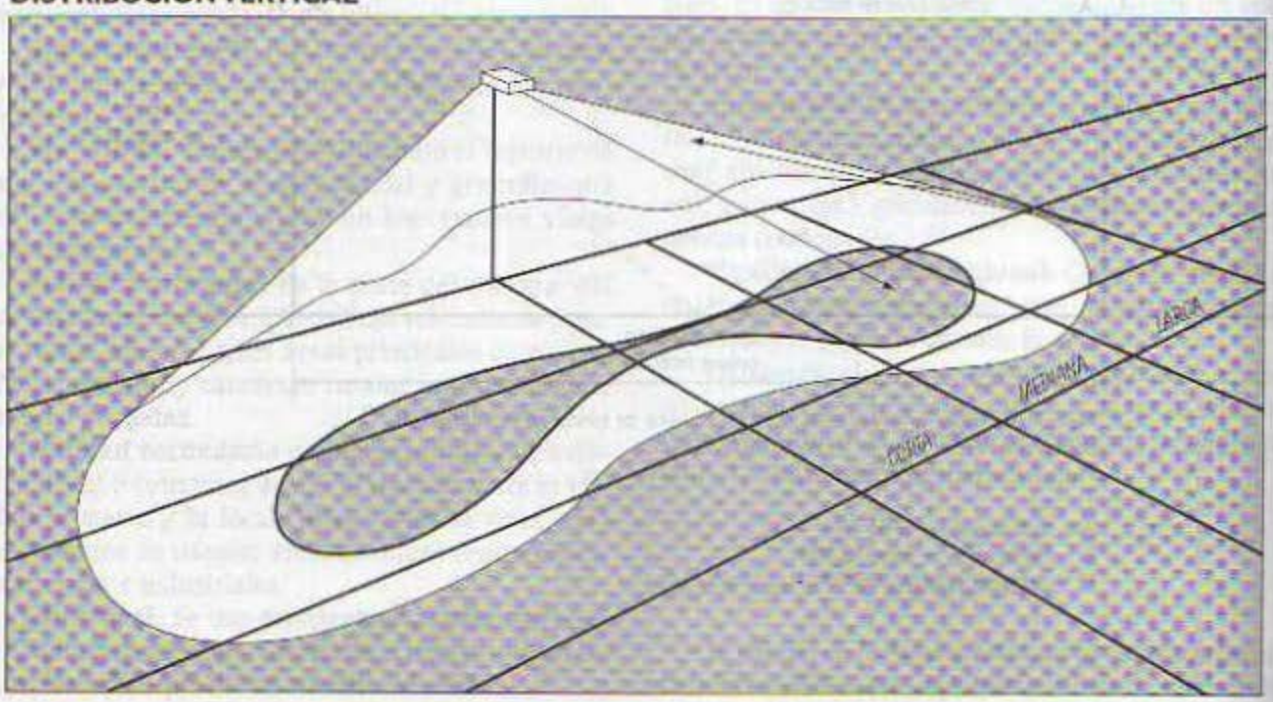
La clasificación de distribución vertical se usa para determinar la relación de espaciamiento-altura de montaje. El diagrama inferior muestra la distribución de luz vertical, que se divide en tres grupos:

La **distribución corta** es aquella luminaria cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre 2, cae dentro de 1 a 2.25 veces su altura de montaje.

La **distribución media** es aquella luminaria cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre 2, cae dentro de 2.25 a 3.75 veces su altura de montaje.

La **distribución larga** es aquella luminaria cuya máxima intensidad de iluminación dividida entre 2, cae dentro de 3.75 a 6.00 veces su altura de montaje.

DISTRIBUCIÓN VERTICAL



Distribución horizontal

La distribución horizontal (o lateral) es la forma y el ángulo (vertical y horizontal) en que los conos de emisión luminosa inciden en un plano horizontal y cuantifican la cobertura del haz vertical.

La distribución horizontal se clasifica en los siguientes cinco tipos:

La **distribución tipo I** es aquella cuyos dos haces laterales son iguales en valor y paralelos al eje de la calle. El ancho de los haces laterales excede una vez su altura de montaje.

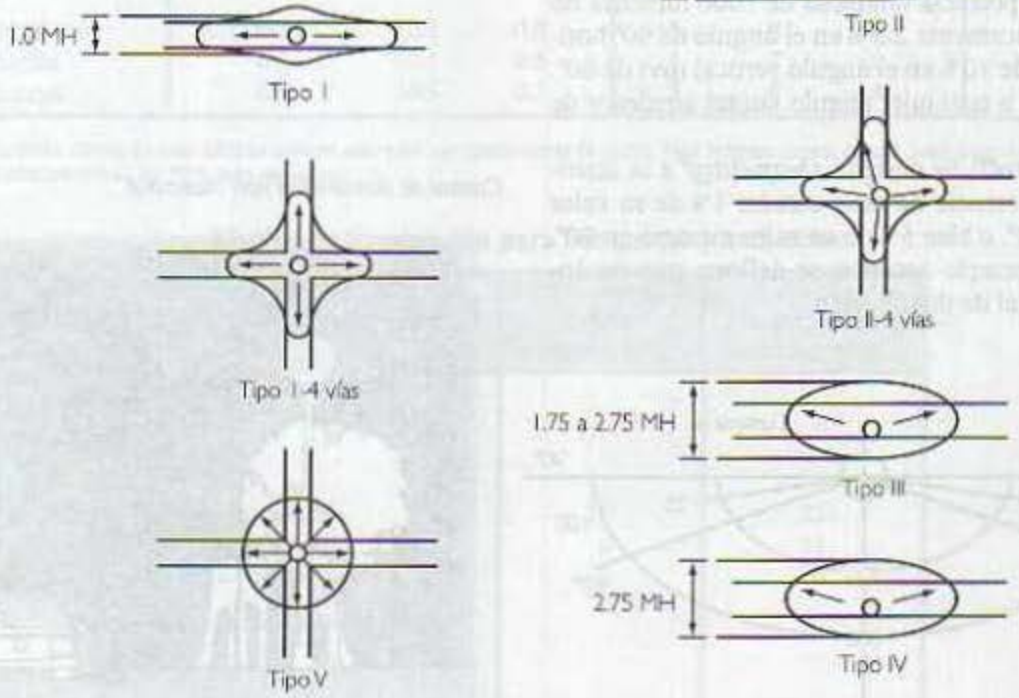
La **distribución lateral tipo II** es aquella cuyos dos haces laterales son iguales en valor, pero oblicuos al eje de la calle; su ancho no debe exceder 1.75 veces su altura de montaje.

La **distribución lateral tipo III** es similar a la tipo II, pero con mayor ángulo de distribución. Sus dos haces laterales son iguales en valor y paralelos al eje de la calle, siendo el ancho de 1.75 a 2.75 veces su altura de montaje.

La **distribución lateral tipo IV**, aunque es de poco uso, tiene dos haces laterales de igual valor y oblicuos al eje de la calle, su intensidad lumínica cae más de 2.75 veces su altura de montaje.

La **distribución lateral tipo V** es circular y simétrica con respecto a la fuente emisora.

DISTRIBUCIÓN LATERAL



Control de distribución

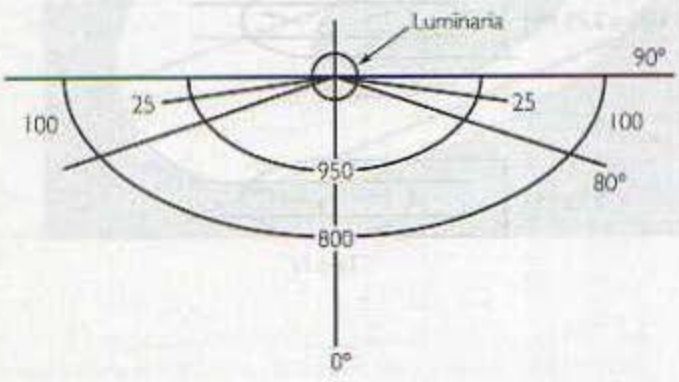
No obstante la brillantez del pavimento, generalmente ésta se incrementa cuando aumenta el ángulo vertical de emisión lumínica, aunque la incomodidad causada por el reflejo también se incrementa. Dado que los índices de incremento o decremento de estos factores no son los mismos, con el diseño de alumbrado se deben buscar soluciones que alcancen una eficiencia balanceada. Por tanto, se requieren varios grados de control de potencia luminosa en la parte superior de la fuente lumínica. Este control en la distribución de potencia lumínica se divide en cuatro categorías:

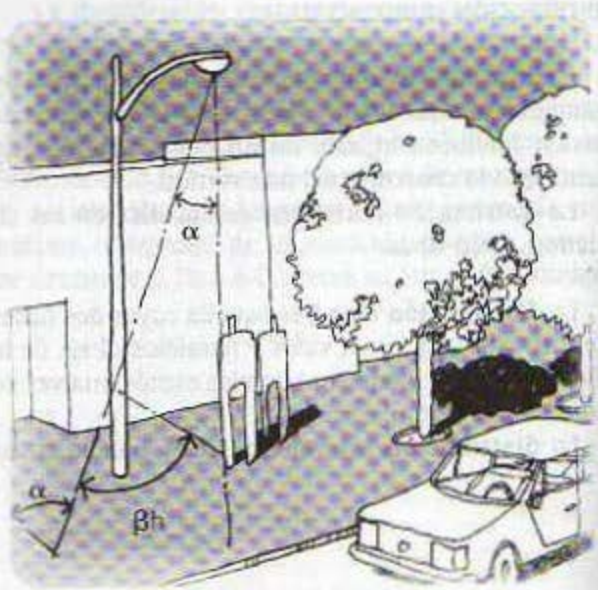
NC = noncutoff: Categoría en la cual no hay limitación de potencia luminosa en la zona superior de máxima potencia.

SC = semicutoff: Se designa como *semicutoff* a la distribución de luz cuando la potencia luminosa de 1000 lúmenes no excede numéricamente de 5% en el ángulo de 90° horizontal (βh) y de 20% en el ángulo vertical (αv) de 80°.

C = cutoff: Se designa *cutoff* a la distribución de luz cuando la potencia luminosa de 1000 lúmenes no excede numéricamente 2.5% en el ángulo de 90° horizontal (βh) y de 10% en el ángulo vertical (αv) de 80°. Esto se aplica a cualquier ángulo lateral alrededor de la luminaria.

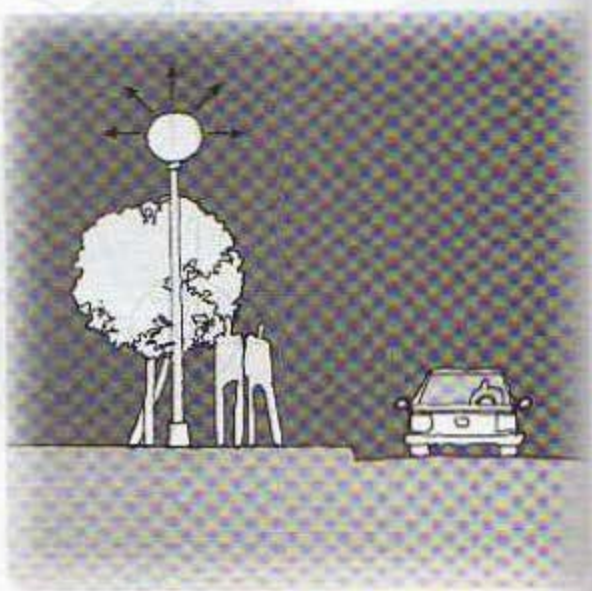
Sharp-cutoff: Se designa *sharp-cutoff* a la distribución cuya potencia no debe exceder 1% de su valor máximo en 90°, o bien 5% de su valor máximo en 80°. Tomando el ejemplo anterior, se definen nuevos ángulos de control de distribución.





Ángulos de distribución lumínicas: el horizontal y el vertical.

Control de distribución tipo "noncutoff".



Niveles de iluminación para vialidad

Tipo de vialidad	**Luminancia**			**Iluminación horizontal (lux)**			*Relación de uniformidad prom./mín.*
	Uniformidad		*prom.*	*Tipo de pavimento*			
	prom./mín.	*máx./mín.*	cd/m²	R-1	R-2 y R-3	R-4	
Súper carretera "A"	3.5:1	6:1	0.6	6	9	8	3.5:1
Súper carretera "B"	3.5:1	6:1	0.4	4	6	5	3.5:1
Vía rápida							
• Comercial	3:1	5:1	1.0	10	14	13	3:1
• Intermedia	3:1	5:1	1.8	8	12	10	3:1
• Residencial	3.5:1	6:1	0.6	6	9	8	3.5:1
Vía primaria							
• Comercial	3:1	5:1	1.2	12	17	15	3:1
• Intermedia	5:1	5:1	0.9	9	13	11	3:1
• Residencial	3.5:1	6:1	0.6	6	9	8	1.5:1
Vía secundaria							
• Comercial	3:1	5:1	0.8	8	12	10	3:1
• Intermedia	3.5:1	6:1	0.6	6	9	8	3.5:1
• Residencial	4:1	8:1	0.4	6	6	5	4:1
Vía local							
• Comercial	6:1	10:1	0.5	6	9	8	6:1
• Intermedia	6:1	10:1	0.5	5	7	6	6:1
• Residencial	6:1	10:1	0.3	3	4	4	6:1

NOTA: Los valores de diseño de esta tabla se aplican sólo para secciones rectas de calles. Para intersecciones, cruces, convergencias o divergencias los niveles lumínicos deben ser 50% más elevados.

Niveles de iluminación para banquetas y andadores

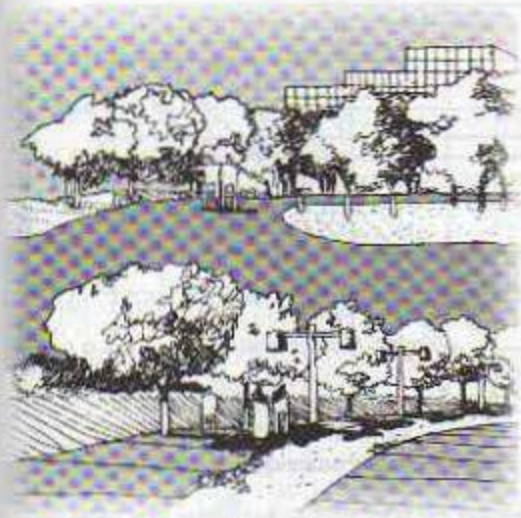
	Niveles promedio mínimo horizontal (lux)	*Niveles promedio vertical* (lux)
Banquetas y ciclopistas		
Tipo A		
• Área comercial	10	22
• Área intermedia	6	11
• Área residencial	2	5
Andadores y ciclopistas		
Tipo B		
• Andador, escalera, etcétera	5	5
• Túneles peatonales	43	54

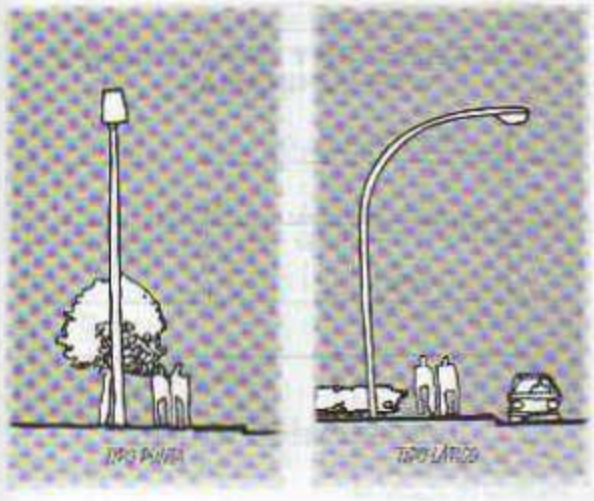
NOTA: En los cruces de peatones o ciclistas con calles de tránsito vehicular, sea en esquinas o a la mitad de las manzanas, se debe proporcionar iluminación adicional de 1.5 a 2 veces más que en el nivel de iluminación en la calle, descrito en la tabla superior.

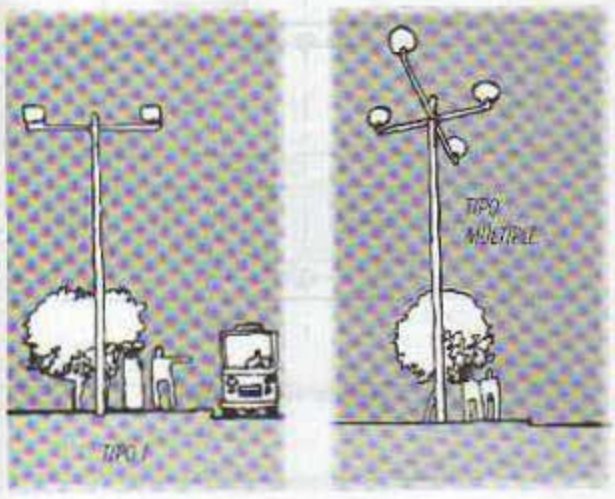
Tipos de lámparas

Tipo	*Forma*	*Volts*	*Watts*	*Descripción*	*Horas de vida*	*Lúmenes iniciales*	*Prom. lúmenes (porcentaje)*	*Aplicación*
Incandescentes normales		120 130	150	Foco común blanco cristalino	750 750	2880 2790 2880	93 93 93	Servicio general, uso común en difusores lámparas
		130 130	300	Foco común cristalino	1000 a 2000	5820	91	Eficiente cuando es utilizado en conos hacia abajo. Para spots, aparadores y distribución lumínica general
Incandescentes de halógeno		120 130	500	Tubo de doble cabeza transparente o cristalino	2000	10 950	97	Uso exterior común. Lo cristalino amplía la distribución lumínica. Lámpara instalada horizontalmente
		208 220 240 277	1500	Tubo de doble cabeza	2000	35 800	97	Uso exterior, lámpara de instalación horizontal. En interiores van embutidos en plafones
De descarga eléctrica en gases de alta intensidad mercurial		–	100	De lujo blanco con base de bayoneta	18 000	4000	83	Iluminación similar al incandescente de 200 watts
		–	175	De lujo blanco	24 000 +	8150	86	Reflectores exteriores comerciales o industriales
		–	400	Blanco cálido de lujo	24 000 +	20 000	82	Iluminación general de tiendas
		–	1000	Blanco cálido de lujo	24 000	58 000	68	Usos exteriores variados
De alta intensidad de carga en gases de alta presión de sodio			–	Funcionamiento horizontal y vertical	12 000	9500 a 16 000	90 90	Iluminación de portería en estadios Diseñados para remplazar focos de 175 W de mercurio en vialidad urbana, y aplicaciones en interiores con diseños de tubo de 55 volts
			–	Funcionamiento horizontal y vertical	15 000 a 20 000	25 500 a 50 000	91	Uso industrial y vialidad urbana
			–	Funcionamiento vertical a horizontal	15 000	140 000	91	Uso industrial y vialidad. Aplicables especialmente a postes altos (25-50 m)

FUENTE: T. K. McGowan, "All About Sources", en *Progressive Architecture*, septiembre, 1973.







Tipos de postes

Los postes más comúnmente usados en el alumbrado público son los siguientes:

Punta de poste, en el cual la luminaria se encuentra en la parte superior del poste.

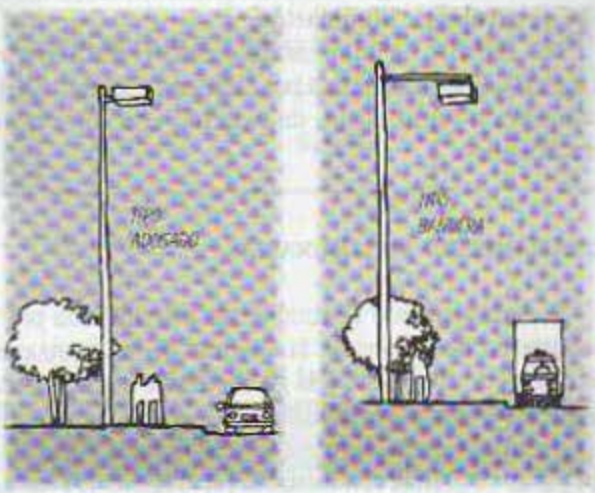
El **látigo** es un poste curvo y su extensión de base se prolonga como brazo en cuya punta se encuentra la luminaria.

El **tipo "T"** es un poste en cuya parte superior se encuentran dos brazos cada uno con su luminaria.

En el **poste múltiple** se encuentran en su parte superior varios brazos (generalmente siguiendo una simetría), cada uno con una luminaria.

El **lateral sin brazo (o adosado)** es un poste en cuyo extremo superior tiene una luminaria colocada sobre un lado.

El **lateral con brazo (o tipo bandera)**, es un poste en cuyo extremo superior tiene un brazo, en donde está colocada la luminaria.



CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Altura de montaje

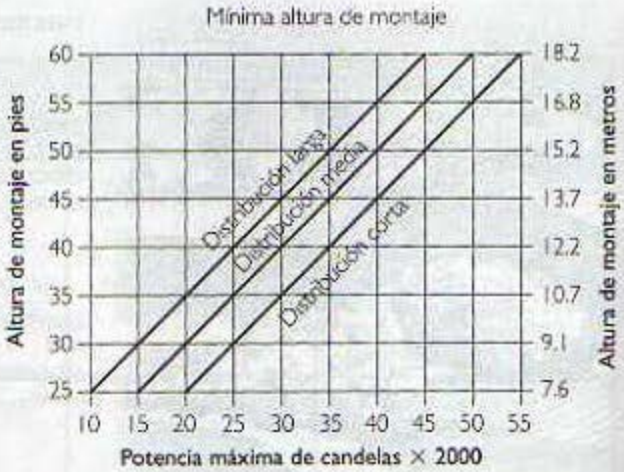
Con el advenimiento de lámparas de mayor potencia y mejor eficiencia, se ha incrementado la altura de montaje en la última década. Con este aumento se han obtenido ganancias económicas y estéticas, además de que se ha incrementado la uniformidad lumínica. Por ejemplo, alturas de montaje de 12, 15, 20 m y más, se usan comúnmente en la vialidad, y mástiles más altos (24-55 m) se usan para pasos a desnivel.

Con objeto de preservar o mejorar sus cualidades estéticas, una reducción en la altura de montaje se considera en áreas peatonales y en algunas áreas residenciales.

Cuando se diseñe el alumbrado, la altura de montaje debe considerarse en conjunción con el espaciamiento y la posición lateral de las luminarias, así como el tipo de luminaria y su distribución.

La relación de espacimiento-altura de montaje es producto de un análisis de distribución de luz vertical y lateral. Se recomienda que los valores numéricos de ambos cálculos caigan dentro de los valores de las tablas de niveles de iluminación.

Los cálculos de iluminación deberán efectuarse por el método de luminancia o por el método combinado de iluminación-luminancia, de acuerdo con los valores mencionados.



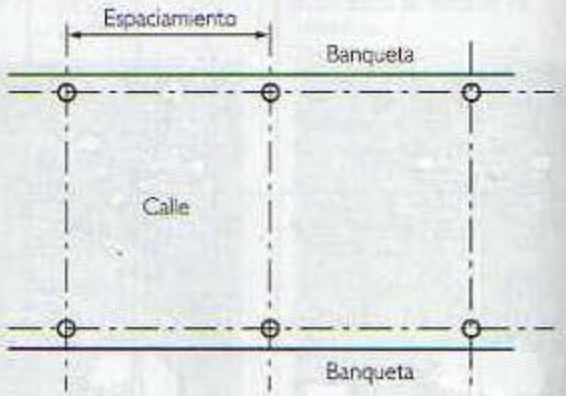
Nota: Consultar con fabricantes de luminarias para tablas de candelas × 1000.

Espaciamiento de luminarias

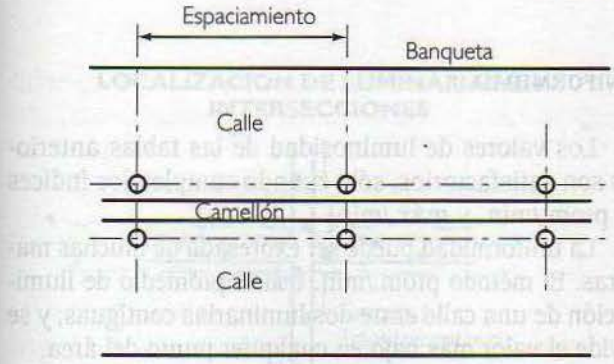
El espaciamiento de luminarias está influido por la localización de los postes, la longitud de las manzanas, los límites de propiedad y la geometría de la calle. Generalmente es más económico usar lámparas grandes para mayores espaciamientos y montajes, que usar lámparas pequeñas con menores espaciamientos y montajes. Mayores montajes son equivalentes a una buena iluminación, siempre y cuando el índice de espaciamiento-altura de montaje caiga dentro del rango de distribución lumínica, para lo cual fueron diseñadas las luminarias.

LOCALIZACIÓN Y ESPACIAMIENTO DE LUMINARIAS

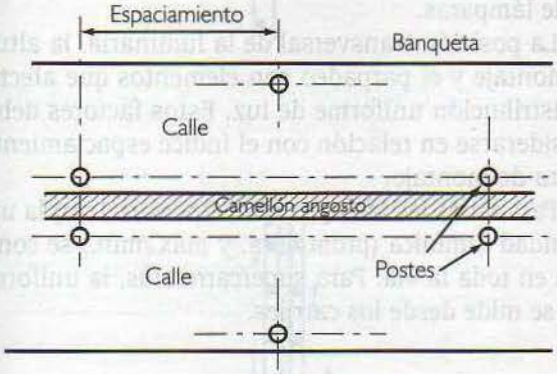
Luminarias de un lado de la calle



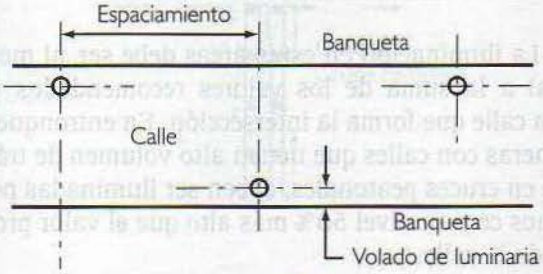
Luminarias opuestas



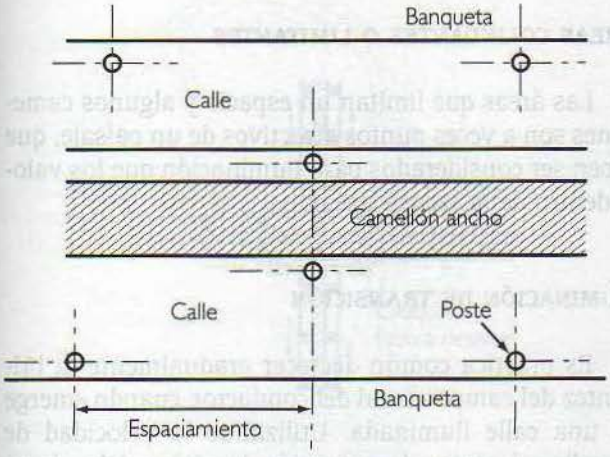
Luminarias en camellón



Luminarias en tresbolillo doble



Luminarias en tresbolillo o alternadas



Luminarias en tresbolillo de dos lados

Localización de luminarias o sembrado de postes

Los tipos de luminarias II, III y IV deben montarse sobre o cerca de la orilla de las calles. El tipo I es la excepción, éste está diseñado para ser montado sobre o cerca del centro de la calle.

Selección de luminarias

Las tablas inferiores tabulan la distribución lateral más frecuentemente usada; se recomiendan los máximos espaciamientos longitudinales para varios factores geométricos, que se encuentran en la práctica común.

Montaje al centro de calle

	De un lado	*De lados opuestos*	*En cruce de calles locales*
Ancho	Hasta 1.5 MH	Abajo de 1.5 MH	Hasta 1.5 MH
Tipos	II, III, IV	III y IV	II-4 Direc.

Montaje al lado de calle

	En calle sencilla	*En camellón*	*En cruce de calles locales*
Ancho	Hasta 2.0 MH	1.5 MH (cada sentido)	Hasta 2.0 MH
Tipos	I	III y IV	I-4 Direc. y V

Nota: En todos los casos el máximo espaciamiento longitudinal y distribución vertical se clasifica como: distribución corta = 4.5 MH, distribución mediana = 7.5 MH y distribución larga = 12.0 MH.

Depreciación lumínica

Los valores que se recomendaron en las tablas anteriores representan los promedios de iluminación, cuando las luminarias están en su luminosidad más baja. Esta condición ocurre antes de que las lámparas sean remplazadas o sean lavadas las luminarias. Es imposible diseñar un sistema de iluminación sin antes conocer las pérdidas de luz que se esperan. Hay muchas causas de pérdida de luz en las luminarias, pero las dos más frecuentes son: la depreciación de lumen en la lámpara se refiere principalmente al proceso de envejecimiento de la luminaria, y la otra se refiere a la pérdida debida a acumulación de polvo o suciedad en la luminaria, que puede reducir la luminosidad hasta 20% en un periodo de seis meses en calles muy transitadas, 10% de ese lapso en las comerciales, y 5% en las residenciales.

En total, la suma de ambos factores de pérdida lumínica es de 0.64; bajo condiciones de muy bajo mantenimiento ésta puede reducirse hasta 0.40.

Calidad

La calidad del alumbrado, se relaciona con la habilidad relativa de la luz disponible para proporcionar diferencias de contraste, de tal modo que la gente pueda reconocer o detectar rápida, acertada y cómodamente las claves o detalles que una tarea visual requiere. Hay muchos factores que, interrelacionados, producen una mejor calidad de alumbrado, como son: la minimización de la incomodidad que ocasionan los reflejos; un cambio en la luminosidad (o brillantez) del pavimento que cambia el contraste; la uniformidad en la luminosidad de pavimentos y la uniformidad en iluminación vertical y horizontal que afectan la calidad, además de otros. Para obtener un equilibrio de estos factores se recomienda que la distribución lumínica se haga en relación con la distribución vertical, la lateral y con el control vertical de la altura de montaje (MH), que es una función de la potencia de máxima candela. La iluminación mínima en cualquier punto de la calle se relaciona con valores promedio tanto como con índices máx./mín.; y la localización de luminarias se relaciona con diversos elementos de las calles (camellones, árboles, etcétera).

Uniformidad

Los valores de luminosidad de las tablas anteriores son satisfactorios, sólo cuando cumplen los índices de prom./mín. y máx./mín.

La uniformidad puede ser expresada de muchas maneras. El método prom./mín. usa el promedio de iluminación de una calle entre dos luminarias contiguas, y se divide el valor más bajo en cualquier punto del área.

Una luminaria proporciona distinta distribución de luz dependiendo de su posición, del tipo y el tamaño de lámparas.

La posición transversal de la luminaria, la altura de montaje y el parpadeo son elementos que afectan la distribución uniforme de luz. Estos factores deben considerarse en relación con el índice espaciamiento-altura de montaje.

Para todas las vías (excepto supercarretera) la uniformidad lumínica (prom./mín. y máx./mín.) se considera en toda la vía. Para supercarreteras, la uniformidad se mide desde los carriles.

Áreas de tránsito conflictivas

La iluminación en estas áreas debe ser, al menos, igual a la suma de los valores recomendados para cada calle que forma la intersección. En entronques de cocheras con calles que tienen alto volumen de tránsito o en cruces peatonales, deben ser iluminadas por lo menos con un nivel 50% más alto que el valor promedio de la calle.

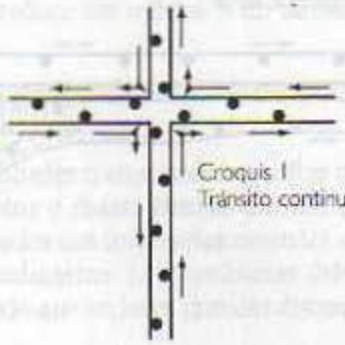
Áreas colindantes o limitantes

Las áreas que limitan un espacio y algunos camellones son a veces puntos atractivos de un paisaje, que deben ser considerados para iluminación que los valore dentro de la escena urbana.

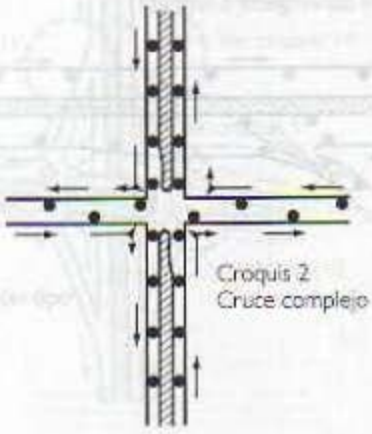
Iluminación de transición

Es práctica común decrecer gradualmente la brillantez del campo visual del conductor, cuando emerge de una calle iluminada. Utilizando la velocidad de la calle, el sector de reducción lumínica debe durar

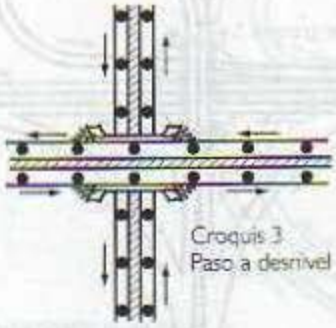
LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS EN INTERSECCIONES



Croquis 1
Tránsito continuo



Croquis 2
Cruce complejo



Croquis 3
Paso a desnivel

15 s de trayectoria en la calle, reduciendo un 50% el nivel lumínico del sector de la calle anterior. La iluminación promedio en el sector terminal de la calle no debe ser menor de 2.7 lux ni mayor de 5.5 lux.

Callejones

La experiencia ha demostrado que los callejones bien iluminados reducen la criminalidad, pues facilitan que la policía pueda, visualmente, recorrerlos mientras patrulla por calles en que desembocan.

Iluminación parcial

En intersecciones con bajo volumen de tránsito se utilizan luminarias sencillas para identificar la localización del crucero. Cuando el resto de la calle no está iluminado se deberán utilizar luminarias que controlen los reflejos.

Andadores peatonales y ciclopistas

La tabla anterior de niveles lumínicos representa los niveles de iluminación horizontal que deben considerarse como mínimos, pues por razones de seguridad es importante identificar a los peatones a distancia. Esta variación en los niveles horizontales compensará, en parte, la necesidad del componente vertical en iluminación.

El montaje de iluminación recomendado es de 5 m, que promedia los niveles lumínicos de montajes menores (3 a 5 m), con los mayores de 5 a 9 m.

Para proporcionar una adecuada iluminación en los andadores peatonales y ciclopistas que atraviesan parques y áreas verdes (tipo *B*) se recomienda que el área limítrofe de estas vías de circulación sea iluminada 2.50 m, a cada lado afuera del pavimento, con 1/3 de nivel del andador o ciclopista. Para las banquetas y ciclopistas dentro del derecho de vía de la calle (tipo *A*) se recomienda que el índice de uniformidad prom./mín. no exceda 4 a 1, excepto en zonas residenciales, en donde este índice puede ser de 10 a 1. Sin embargo, cuando se busca la seguridad del peatón o el ciclista debe proporcionarse un índice de 5 a 1.

CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

Intersecciones a nivel

Estas intersecciones se refieren al típico cruce de calles que tienen restricciones con señales de alto en una o ambas calles, con semáforos o con control de tránsito efectuado por oficiales de la policía. Los niveles lumínicos de estos cruces deben ser más elevados que en la calle, tal como se mencionó en el apartado "Áreas de tránsito conflictivas".

Las luminarias deben estar colocadas de tal modo que la iluminación sea adecuada para los vehículos y peatones en el área de intersección. Para ello es de particular importancia el monto de iluminación que cae sobre las superficies verticales de personas, vehículos u objetivos que están sobre el campo visual de la calle, de modo que puedan ser fácilmente diferenciados del pavimento del fondo.

Para intersecciones a desnivel, los problemas y técnicas de iluminación son similares a las intersecciones a nivel. Sin embargo, por su tamaño, es necesario emplear lámparas más grandes y mayor número de luminarias.

Pendientes y curvas

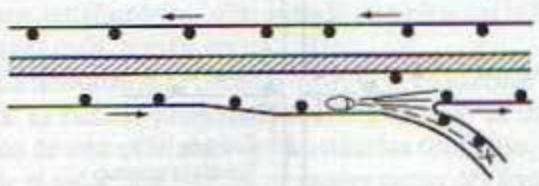
Los problemas visuales de los conductores aumentan en las curvas y pendientes. En general, un gran radio de curvatura y pendientes suaves hacen que la iluminación pueda ser aplicada como en las calles rectas. Curvas cerradas y pendientes pronunciadas, especialmente aquellas en las crestas de las colinas, demandan un espaciamiento más próximo de luminarias para proporcionar una luminancia uniforme en el pavimento.

Los postes deben estar localizados para dejar visualmente despejados los carriles de circulación, preferentemente atrás de barreras metálicas de protección o de obstáculos naturales del terreno, si existen. Hay la posibilidad de que los postes sean objeto de accidente si se colocan en el radio exterior de las curvas.

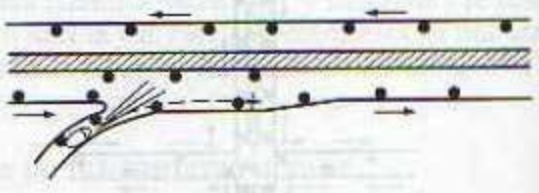
En las curvas es importante orientar horizontalmente las bases y postes de las luminarias para asegurar una distribución balanceada del flujo lumínico sobre el pavimento.

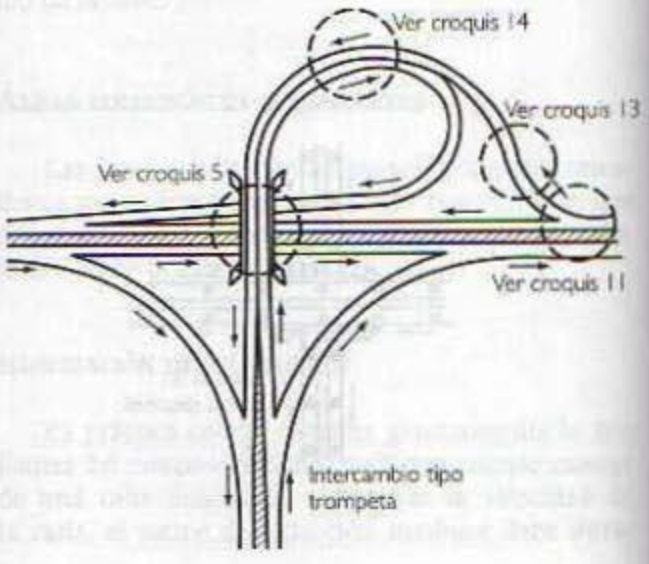
Cuando las luminarias están en pendientes, es deseable orientarlas de modo que los haces de luz que in-

Croquis 4
Carril divergente o salida



Croquis 5
Carril convergente o entrada





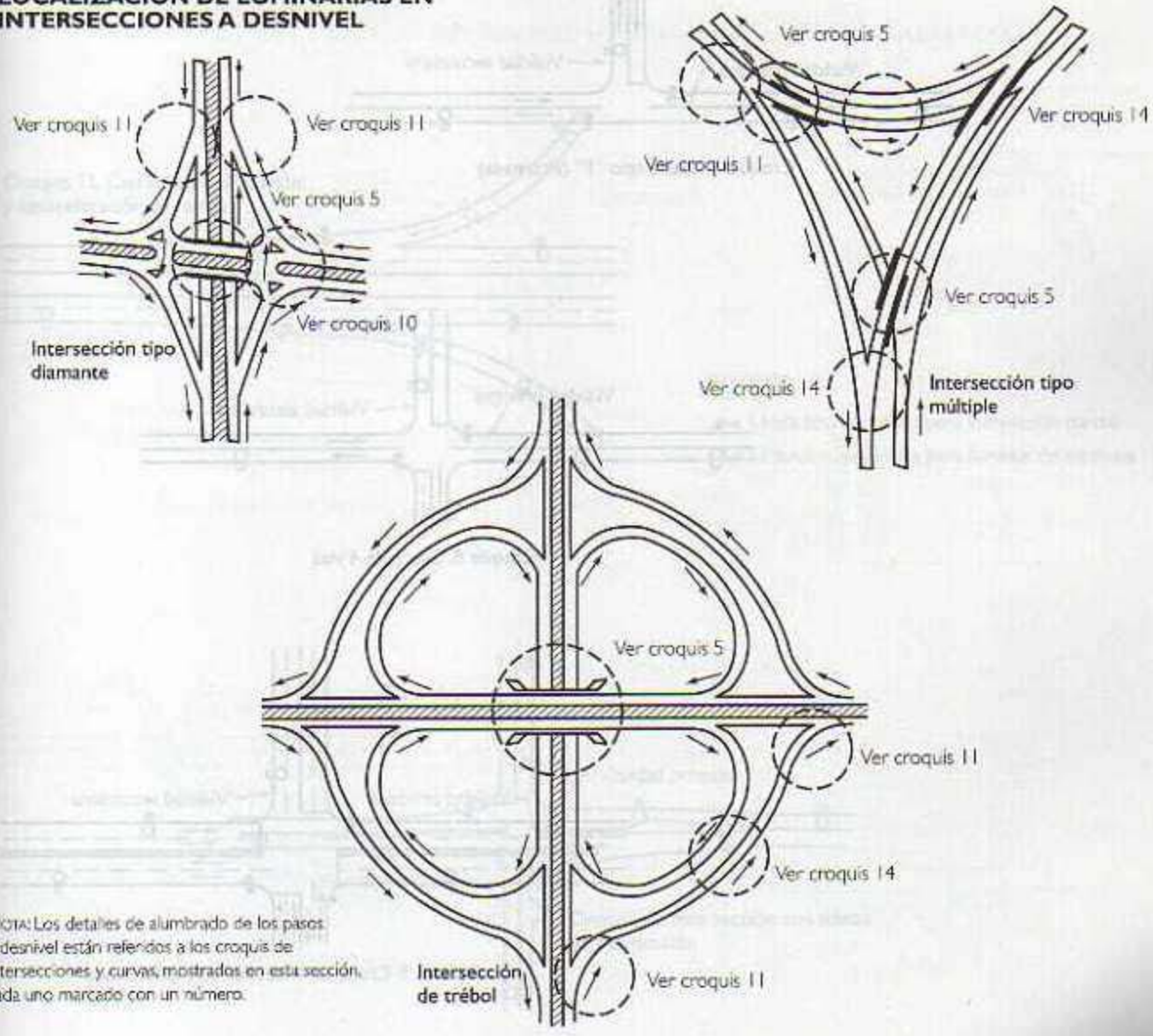
cidan en el pavimento sean equidistantes a la luminaria. Esto asegura una uniformidad en la distribución lumínica y reduce los reflejos a un mínimo.

Pasos a desnivel

Los desniveles cortos, como aquellos que atraviesan una vía de dos o cuatro carriles pueden, generalmente, estar iluminados con luminarias estándar si es que se colocan adecuadamente. Las luminarias deben estar colocadas de modo que no haya grandes discontinuidades en la iluminación del pavimento, para que en cada lado del desnivel se proporcionen los niveles lumínicos descritos en las tablas.

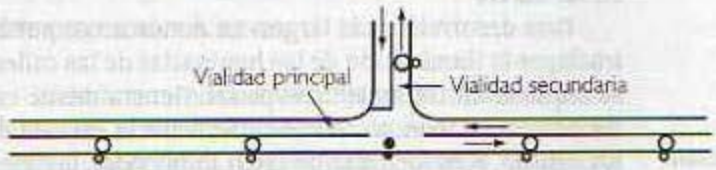
Para desniveles más largos, en donde no se pueda traslapar la iluminación de las luminarias de las calles, se requiere un tratamiento especial. Generalmente estos desniveles reducen considerablemente la entrada de luz diurna, y es forzoso que estén iluminados también durante el día. Para ello se emplean niveles lumínicos muy altos, con el fin de reducir las diferencias lumínicas de la luz solar con las sombras del interior del desnivel, buscando uniformar los niveles lumínicos.

LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS EN INTERSECCIONES A DESNIVEL

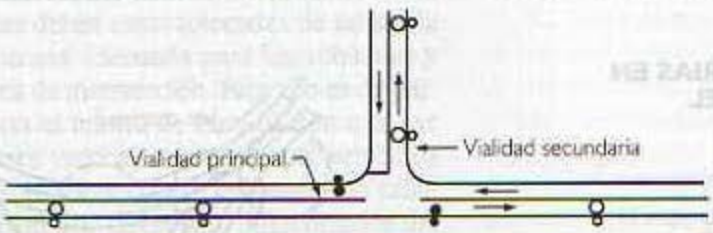


NOTA: Los detalles de alumbrado de los pasos a desnivel están referidos a los croquis de intersecciones y curvas, mostrados en esta sección, cada uno marcado con un número.

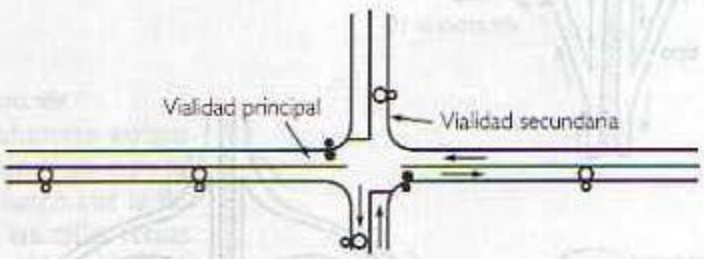
LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS EN INTERSECCIONES A NIVEL



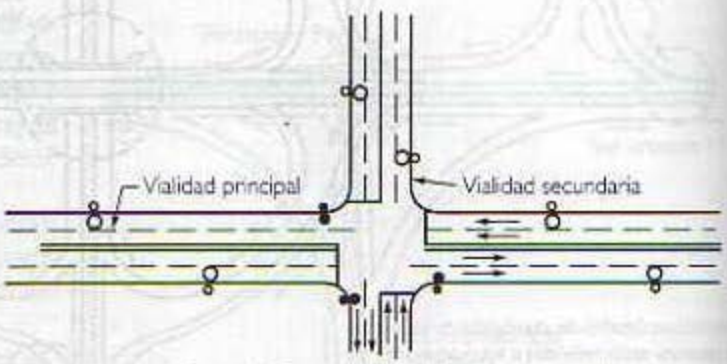
Croquis 6. Cruce tipo "T"



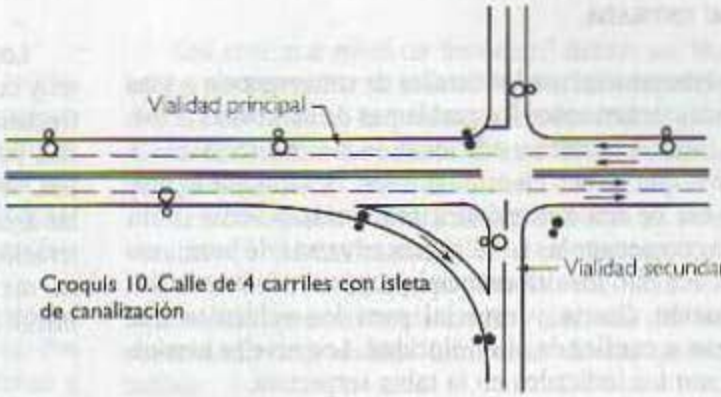
Croquis 7. Cruce tipo "T" (alternada)



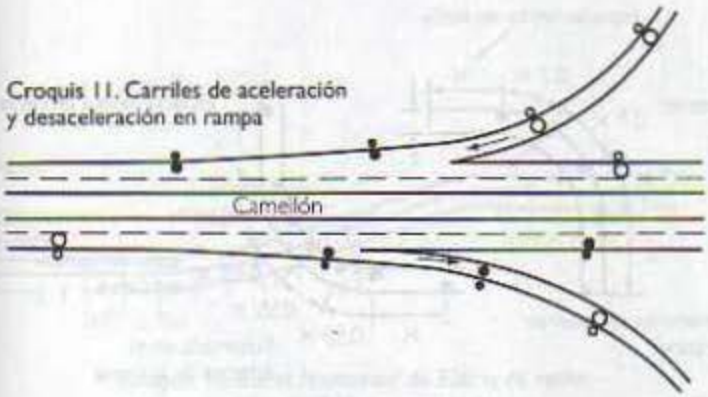
Croquis 8. Cruce de 4 vías



Croquis 9. Cruce de 4 carriles con señalización



Croquis 10. Calle de 4 carriles con isleta de canalización

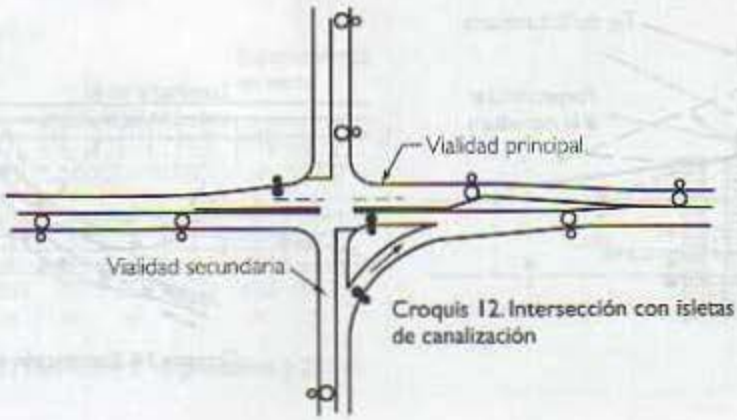


Croquis 11. Carriles de aceleración y desaceleración en rampa

Acotación:

●● Unidades requeridas para iluminación parcial

○○ Unidades requeridas para iluminación continua



Croquis 12. Intersección con isletas de canalización

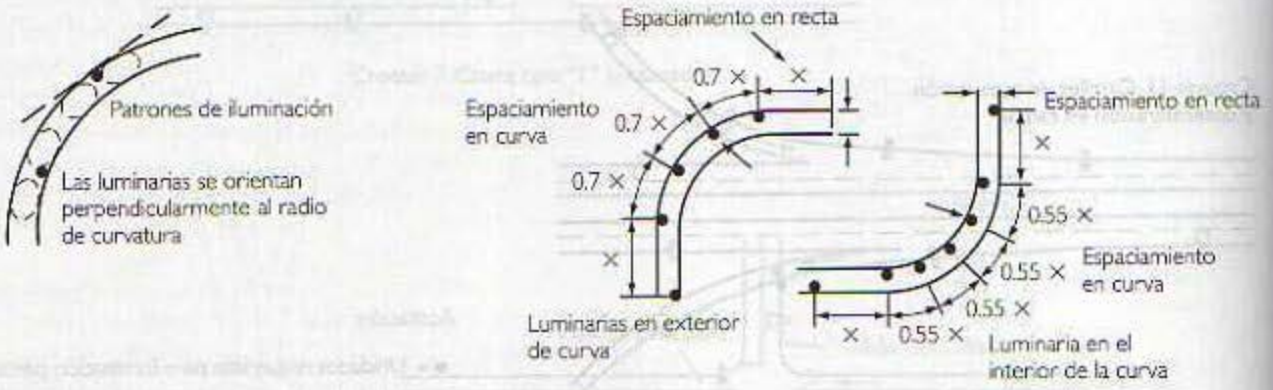
Carriles de convergencia o de entrada

Frecuentemente los carriles de convergencia a vías rápidas tienen todos los problemas de las curvas cerradas, más el problema adicional de la luz directa de los coches que vienen en otros carriles. De aquí que la propia luz de los automóviles sea muchas veces inútil para compensar las condiciones adversas de luminosidad. Por ello resulta esencial proporcionar buena iluminación directa y especial para los vehículos que entran a carriles de alta velocidad. Los niveles lumínicos son los indicados en la tabla respectiva.

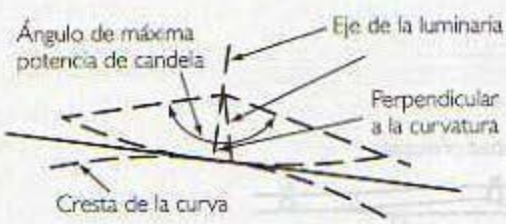
Carriles divergentes o de salida

Los carriles de salida demandan consideraciones muy cuidadosas, porque en estas áreas los conductores frecuentemente se confunden. Se deben colocar luminarias para proporcionar buena iluminación a guarniciones, vehículos, bandas protectoras, acotamiento, etc., en las áreas de divergencia de tránsito y carriles de desaceleración. Usualmente estas áreas tienen problemas de curvas muy cerradas, que deben ser tratadas apropiadamente en cada caso.

LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS EN CURVAS VERTICALES Y HORIZONTALES



Croquis 13. Curvas con un radio de curvatura corto



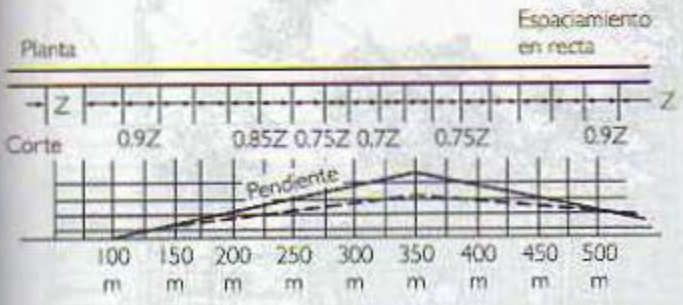
Croquis 14. Iluminación en curvas mal diseñadas

Intercambios en vías de alta velocidad

Generalmente un sistema de iluminación de la vialidad proporciona suficiente iluminación en el campo visual alrededor del intercambio que revela su complejidad y permite saber al conductor en dónde está y a dónde va. Lo apropiado para este caso es utilizar mástiles de iluminación muy altos, que distribuyen uniformemente la luz en el intercambio.

Sin embargo, a veces no es posible proporcionar una iluminación continua en todo el intercambio. Por lo que deben iluminarse sólo los puntos de acceso y salida, las curvas, las pendientes de subida o bajada y otros puntos relevantes para el conductor.

Croquis 15. Curva horizontal de 330 m de radio y sobreelevación de 0.18 cm por metro

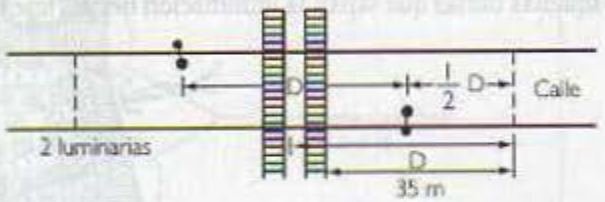


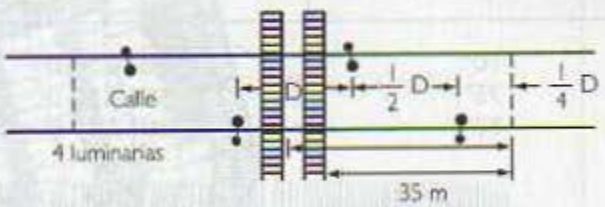
Croquis 16. Curva vertical de 375 m, con 4 % de pendiente y 225 m de distancia de visibilidad

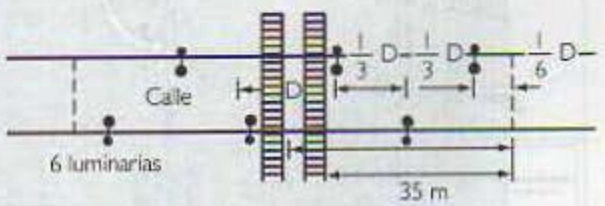
Cruces de ferrocarril

Los cruces a nivel de ferrocarril deben ser iluminados para permitir su identificación, las irregularidades del pavimento, la presencia o ausencia del tren y el reconocimiento de objetos que no están iluminados que pudieran estar cerca del cruce.

Los cruces son identificados por medio de señales verticales o marcas pintadas en el pavimento. La iluminación debe ser tal que permita la visibilidad del señalamiento, generalmente antes y después del cruce, observando los niveles lumínicos de las primeras tablas.





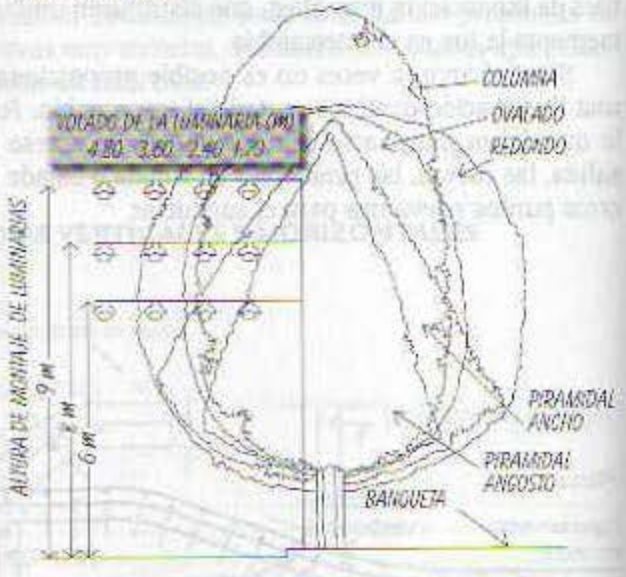


Árboles

Tanto los árboles como el alumbrado público son indispensables en la escena urbana, por lo cual hay que buscar que no estén en conflicto, pues cuando esto sucede la solución usual es tirar el árbol, lo que le resta atractivo a las calles.

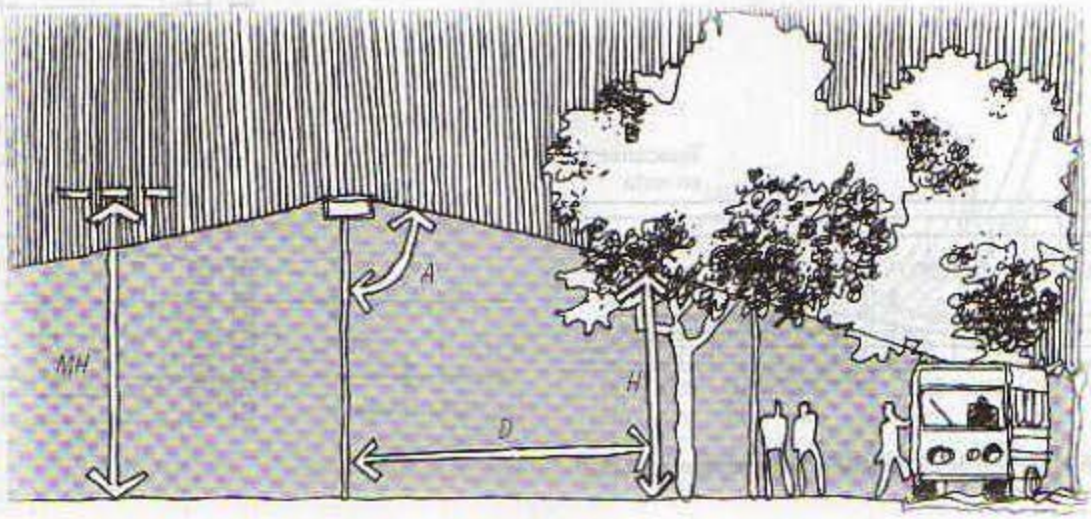
La presencia de follaje bajo y caído puede ser una seria obstrucción para la iluminación de la calle e impedir la circulación de camiones grandes. El podar moderadamente los árboles puede reducir o eliminar estos problemas para aumentar, en algunos casos, la eficiencia luminosa en un tercio, y en áreas críticas de baja visibilidad ésta aumenta al doble. No es necesario podar todo el árbol ni todos los árboles de la calle, sino sólo aquellas ramas que tapan la iluminación del pavimento.

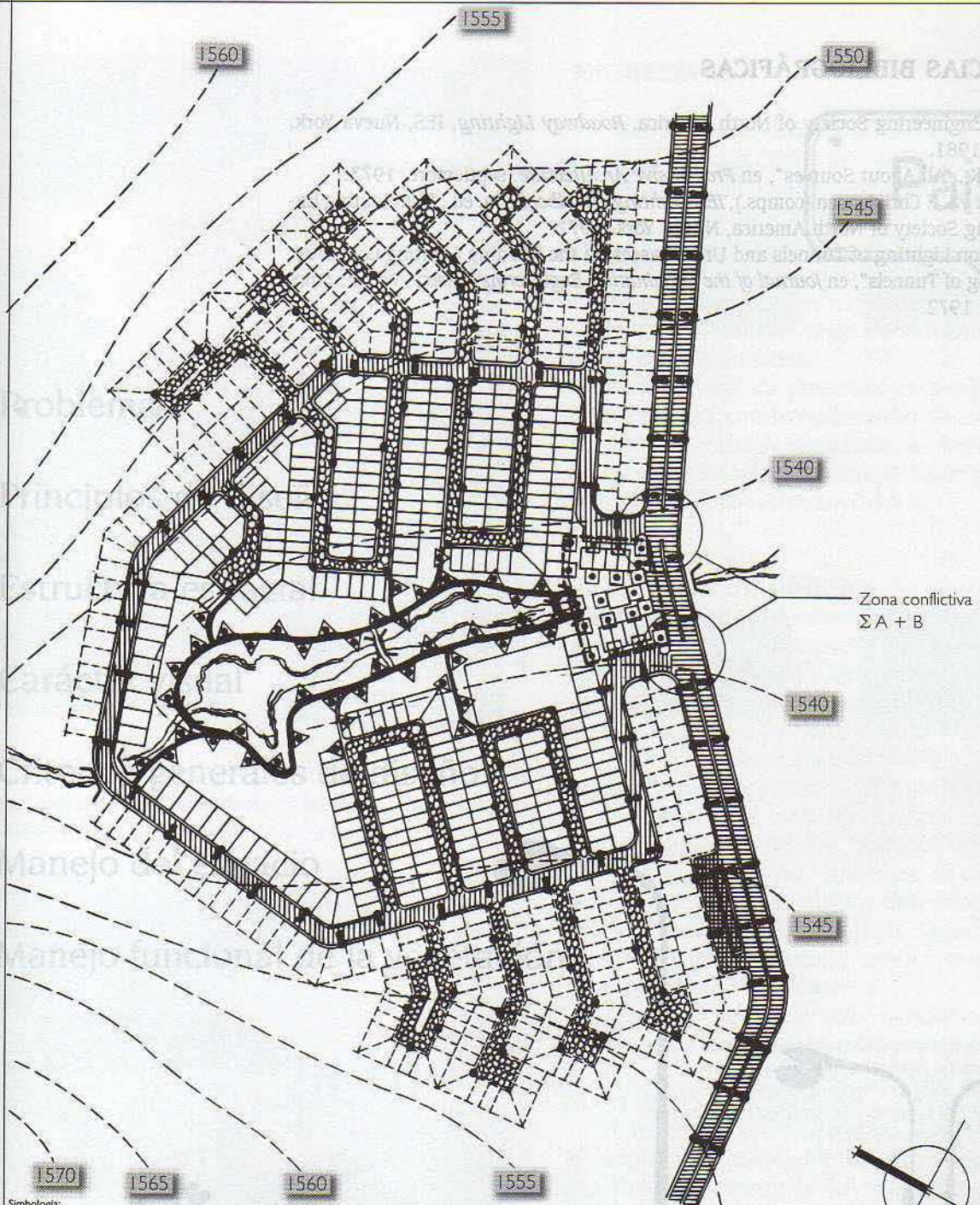
Tipos de follaje.



PODADO DE ÁRBOLES PARA MINIMIZAR OBSTÁCULOS AL ALUMBRADO.

Línea de podado en ángulo "A"	Altura del podado
70°	MH-0.36 D
75°	MH-0.26 D
80°	MH-0.17 D





Simbología:

Vialidad tipo	Luxes		Unidad	MH Altura de montaje (m)	Posición	Poste tipo	Separación (m)
A = 1a.	22-15	Óptima mayor	Cutoff sodio alta presión de 400 w	12	Opuesta	Bandera	50
B = 2a.	15-10		Cutoff sodio alta presión de 250 w	12	Tresbolillo	Bandera	45
C = 3a.	6-4		Cutoff sodio alta presión de 250 w	12	Tresbolillo	Bandera	30
D = Zona comercial	22-15		Cutoff sodio alta presión de 400 w	6	Opuesta	Decorativa múltiple	20
E = 4a.	22-15		Cutoff sodio alta presión de 400 w	12	Opuesta	Bandera doble	50
F = 5a.	4-9	Óptima a discreción para identificación	Cutoff sodio alta presión de 200 W	5	Tresbolillo	Decorativa	20

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"

PLANO: ALUMBRADO — No. DE PLANO: 07

PROYECTO	APROBO	ESCALA	CLAVE
P. CAREAGA	J. B.	1:1000	P-1
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Illuminating Engineering Society of North America, *Roadway Lighting*, IES, Nueva York, marzo, 1981.

McGowan, T. K., "All About Sources", en *Progressive Architecture*, septiembre, 1973.

Kaufman, J. E. y J. E. Christensen (comps.), *IES Lighting Handbook*, 5a. ed., Illuminating Engineering Society of North America, Nueva York, 1972.

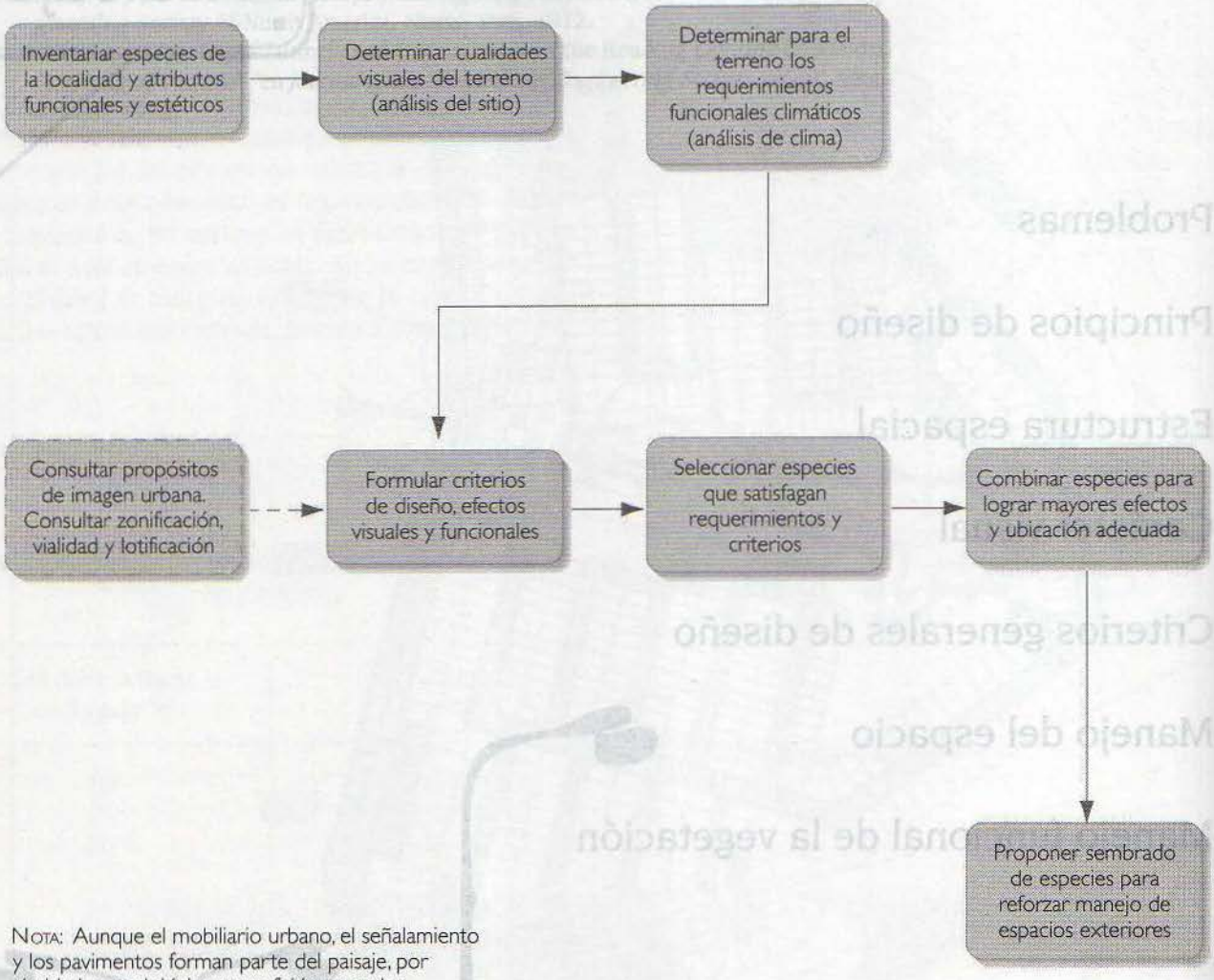
Subcommitte on Lighting of Tunnels and Underpasses on the Roading Lighting Committe, "Lighting of Tunnels", en *Journal of the Illuminating Engineering Society*, vol., 1, núm. 3, abril, 1972.

13

Paisaje

- Problemas
- Principios de diseño
- Estructura espacial
- Carácter visual
- Criterios generales de diseño
- Manejo del espacio
- Manejo funcional de la vegetación

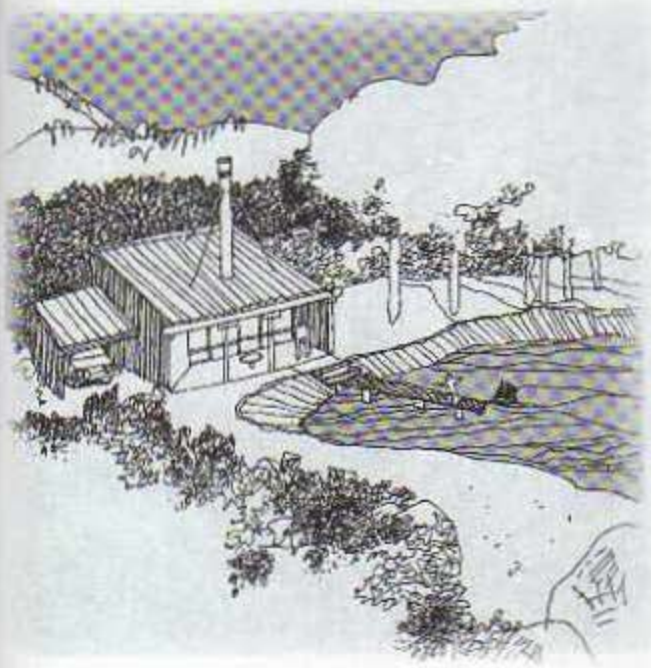
METODOLOGÍA DE DISEÑO: PAISAJE



NOTA: Aunque el mobiliario urbano, el señalamiento y los pavimentos forman parte del paisaje, por claridad metodológica se prefirió separarlos. Sin embargo, en la práctica el diseñador debe buscar aplicarlos complementariamente.

La urbanización y construcción irresponsables, causan daños irreparables en el ecosistema natural.

La urbanización y construcción deben respetar y adaptarse al medio natural.



PROBLEMAS

Trae serias consecuencias ecológicas el afectar ciclos de vida de la flora y fauna silvestres. Al suprimir la vegetación, el microclima de un lugar se deteriora al hacerse vulnerable a los cambios macroclimáticos, ya que la vegetación actúa como un elemento estabilizador. Sin vegetación, el suelo es susceptible de erosionarse, y al propiciar el escurrimiento del agua, se dificulta la filtración de la misma en el suelo y la recarga de los mantos acuíferos.

La desarticulada presencia de la vegetación en el medio urbano, con la dominancia de elementos artificiales trae consigo problemas de deshumanización de los espacios, por la frialdad de los materiales constructivos y su poco atractivo visual.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

1. Se recomienda conservar y reforzar los ecosistemas naturales, preservar las zonas ecológicas frágiles y vulnerables a la urbanización, así como proteger zonas susceptibles de erosión eólica o de lluvia.

2. Es conveniente describir y valorar los elementos naturales más importantes del paisaje para manejarlos de una manera racional haciéndolos compatibles con elementos artificiales (edificaciones), buscando una relación visual más armónica de esta unión. Se deberán respetar o adaptar los elementos mayores del paisaje: montañas, ríos, llanuras, lagos, costas, etc., para localizar el desarrollo urbano, trazos de carreteras o ubicación de industrias.

Se podrán modificar, sólo cuando sea indispensable, los elementos menores del paisaje: colinas, bosques, arroyos, pantanos, etc., para incorporar edificaciones dentro de la fisonomía del paisaje natural.

3. Es necesario considerar los elementos del paisaje natural en la planeación y desarrollo de comunidades, buscando construir o reforzar su carácter e idoneidad, apoyándose en los naturales dominantes.

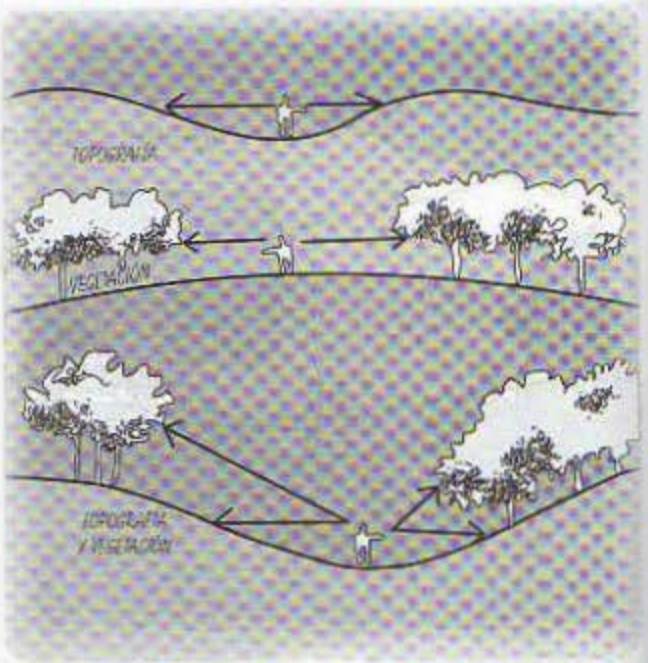
Cuando el desarrollo urbano incorpora el paisaje natural, se establece una armonía con la naturaleza que hace más estimulante la experiencia visual de vivir en una ciudad.

ESTRUCTURA ESPACIAL

La estructura espacial se define como la configuración de un espacio físico abierto, dentro de determinado terreno. La estructura espacial es el resultado de las características topográficas, masas vegetales y la conjunción de ambas (*véase* croquis lateral). Porque estos dos elementos, que determinan el tamaño y en gran medida la calidad del espacio, se pueden referir como los determinantes espaciales.

Al registrar la configuración espacial del paisaje la información obtenida se puede vaciar en un plano.

Después de determinar la estructura espacial de cierto paisaje se pueden establecer las características cualitativas del espacio. El entendimiento de la estructura espacial global del paisaje, aunado al entendimiento de las características cualitativas de los espacios individuales más pequeños, son decisivos para ubicar funciones o actividades en las que los factores visuales son importantes, tales como en carreteras o centros turísticos. Las características espaciales del paisaje generalmente dependen de tres factores:



Determinantes espaciales del paisaje.

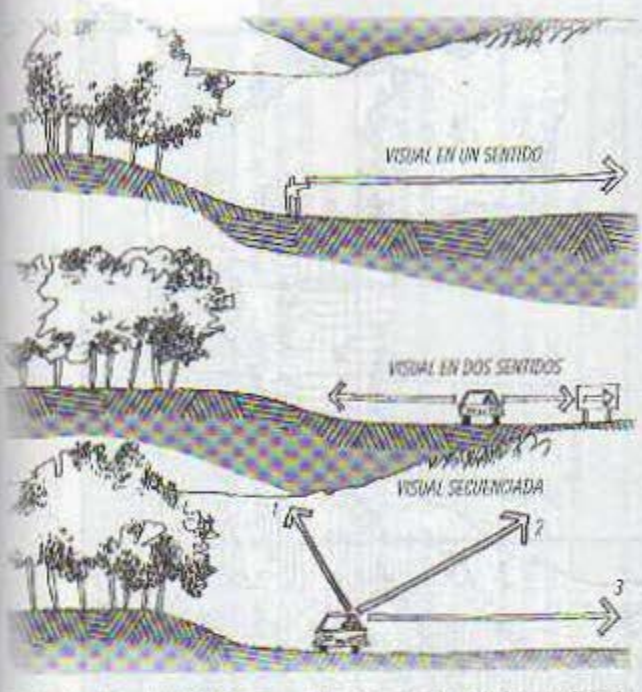
TAMAÑO DEL ESPACIO

Éste es importante para determinar el impacto visual total, así como su potencial para absorber cierta función. El tamaño puede ser evaluado en términos de superficie y su relación de tamaño con los otros espacios vecinos.

GRADO DE ENCLAUSTRAMIENTO VISUAL

El grado de delimitación o enclaustramiento visual es un factor espacial importante, especialmente para localizar funciones que son influidas por la necesidad de ligas de circulación con otros espacios (a través de andadores, carreteras) o de vistas escénicas (centros de recreo, miradores, etc.). No obstante que la definición de un espacio sugiere enclaustramiento, la estructura espacial puede ser tal que evoque un sentido o imagen de uno de los diagramas laterales.

Grado de enclaustramiento visual: cerrado, semicerrado y abierto.



Articular visualmente los recorridos de acuerdo con las cualidades naturales y belleza escénica del lugar.

Secuencias visuales de entrada a un espacio natural. La urbanización debe ser congruente con la especialidad del lugar.

El grado de encerramiento y la forma visual deben considerarse en diseño. Por ejemplo, una persona cerca de una masa topográfica o vegetal tenderá a mirar para otro lado (*véanse* croquis laterales). Esta tendencia debe ser utilizada ventajosamente por el diseñador, al dirigir al visitante hacia vistas más prometedoras.

Otra consideración importante del enclaustramiento espacial se refiere a la cualidad del espacio para formar una "bahía". Ésta es una cualidad del espacio para invitar o atraer un uso. Tal como se muestra en el croquis, estos espacios pueden ser empleados como puntos de entrada al espacio central, aprovechando su fuerte sentido de invitación o llegada a un lugar.

Tal vez el aspecto más importante de la estructura espacial consiste en localizar y desarrollar terrenos que pueden estar destinados a varios usos. Este conocimiento sobre el encerramiento del espacio le da al diseñador mejores oportunidades de ubicar actividades sin atractivo estético (como tanques de agua, bodegas, etc.), en lugares que el visitante difícilmente observará.

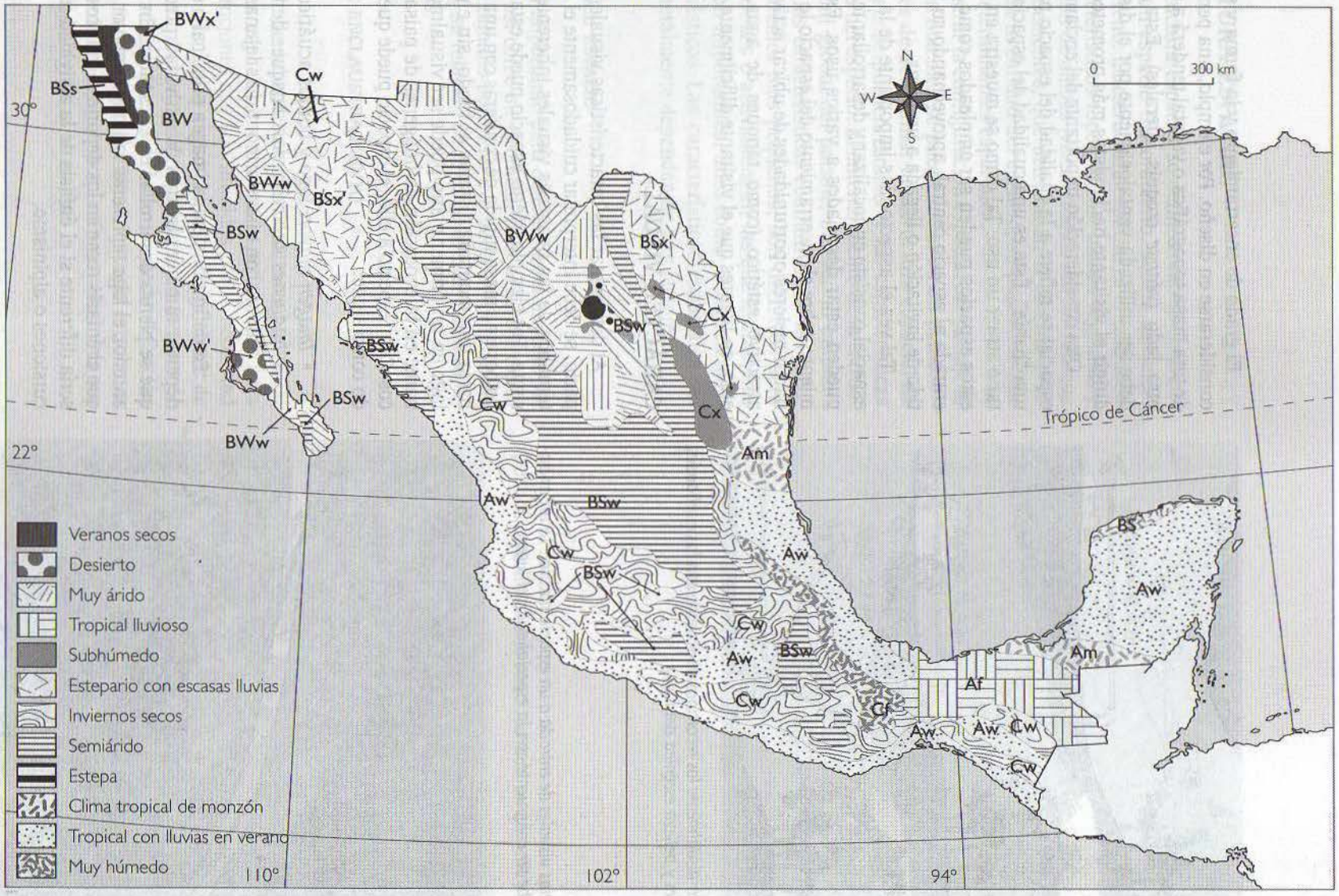
CARÁCTER VISUAL

Al determinar las características visuales de un espacio, se debe interpretar cuidadosamente el espacio en términos de las imágenes visuales inherentes que presenta. Por ejemplo, cierto espacio puede estar delimitado por una masa tupida de coníferas con una vista clara hacia una montaña distante al fondo; sin embargo, un lago en un primer plano puede ser visualmente dominante en la evocación de imágenes de paisajes acuáticos. Con respecto a ello, el espacio puede quedar anotado como sigue:

- *Imagen mayor*: lago y bordos acuáticos.
- *Imágenes subordinadas*: bosques densos de coníferas con vistas a montañas lejanas.

La definición de una imagen principal o secundaria depende también del tipo de actividad predominante que se piensa desarrollar en el espacio. En el ejemplo anterior, el lago representa la imagen mayor sugiriendo que el énfasis recae en los deportes acuáticos, pero esto sería diferente si el énfasis de la actividad fuera de excursiones o alpinismo.

REGIONES CLIMÁTICAS DE MÉXICO



FUENTE: Teresa Ayllón, *Elementos de meteorología y climatología*, Trillas, México, 2003, p. 192.

1. Especies para clima templado (zona centro)
Altiplano mexicano

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Árboles	Pirul mexicano-americano	*Schinus molle*	Ramas colgantes. Las hembras producen bolitas rojas en invierno	Ya establecidos resisten bien la temporada de sequía	Atractivo punto focal, por su follaje colgante	A lo largo de carreteras y como elemento aislado en amplios jardines
	Ciprés	*Cupressus sempervirens glauca*	Conífera. Siempre verde. Forma columnar	Se refuerza una trayectoria o se logran altos remates visuales al plantarlo como cortina	Follaje muy denso y atractivo	En barreras visuales, combinado con otras coníferas logra buen ornato
	Liquidámbar	*Liquidambar styraciflua*	Deciduo. Forma cónica, follaje verde oscuro en la primavera y rojizo en otoño	En las zonas templadas: exposición a pleno sol y suelo húmedo. Raíz profunda	Follaje atractivo y no muy denso. Ofrece media sombra	A lo largo de calles, estacionamientos y plazas
	Eucalipto	*Eucalyptus globulus*	Siempre verde, hoja alargada, color verde grisácea, tronco recto	Soporta suelos pobres y alcalinos. No requiere mucha agua	Tronco que se descascara muy atractivo. Fragancia aceptable	A lo largo de las calles y en amplios parques y plazas
	Palma Phoenix	*Phoenix canariensis*	Crecimiento rápido. Ramas curvas, muy largas. Raíz fibrosa	Puede soportar suelo alcalino. Resistencia a la sequía	Perfil vertical que enmarca bien edificios o espacios exteriores	Jardines con toques tropicales o semidesérticos
	Pirul chino o pimienta brasileña o del Perú	*Schinus terebimthifolius*	Multitronco con largas ramas. Follaje boleado con hojas lustrosas	Buen protector contra el sol, para arbustos y cubridoras que gusten de media sombra	Pequeños frutos rojos. Follaje desordenado	Jardines y amplias avenidas
	Tulipán africano o galeana	*Spathodea campanulata*	Follaje siempre verde. Flor rojo-naranja en forma de campana	Cambia mucho de hoja, requiere mucho mantenimiento, particularmente de limpieza	Floración notoria y altamente decorativa	Jardines con atmósfera tropical. En parques

Fuente: Los cuadros fueron elaborados por el arquitecto paisajista, Eduardo Flores Calderón.

Nota: Estos cuadros tienen un listado de los árboles, arbustos y cubridoras más representativos de cada clima, cuyo cultivo se origina en viveros, y por su adaptabilidad son preferidos para la elaboración de áreas jardinadas.

1. Especies para clima templado (zona centro) Altiplano mexicano (*Continuación*)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Arbustos	Abelia	*Abelia grandiflora*	Tamaño mediano muy ramificado, follaje verde-bronce	Soporta asoleamiento fuerte. No es susceptible a plagas si cuenta con buen mantenimiento	Dotación de pequeñas flores blancas con forma de campanitas	Para formar setos o grupos decorativos y conformar ornato en macetas
	Viburnum	*Viburnum opulus roseum*	Tamaño mediano, grandes hojas nervadas. Color verde oscuro	De media sombra y susceptible al hongo. Requiere mantenimiento especializado	Floración en pequeñitas flores blancas, al final de abril y mayo	Para formar setos o grupos decorativos en jardines de media sombra
	Pyracantha	*Pyracantha coccinea*	Follaje de gran desarrollo con espinas. Hojas pequeñas verde oscuro	Puede soportar suelos pobres. Susceptibles a plagas, por lo que requiere mantenimiento contra araña roja y áfidos	Floración en primavera y verano. En invierno frutos pequeños en color rojo-naranja	Para adornar muros, para formar grupos o setos, lejos del alcance de los niños
	Evonimo	*Euonymus japonicum*	Arbusto pequeño siempre verde. Hoja dentada, troncos múltiples	Resiste bien el polvo y la contaminación atmosférica Se adapta a la media sombra	Hojas lustrosas de color verde y amarillo matizado	Para formar el plano inferior en grupos decorativos de varios tonos
	Nandina	*Nandina domestica*	Arbusto bajo; siempre verde. De muchos troncos. Frutos de bolas rojas pequeñas	Follaje atractivo para jardineras	Hoja verde-naranja tierna. Adquiere tintes rojos en el otoño	Para formar grupos decorativos con contrastes de tonos
	Flor de mayo Xuchil	*Plumeria rubra acutifolia*	Forma de árbol o palma, tronco leñoso, carnoso. Hojas muy largas deciduas	Tronco esbelto. Se lleva bien agrupado con otros arbustos o plantas tropicales	Cuando florea, casi no tiene hojas, lo que es muy atractivo	En pequeños jardines. Combinarlo con elementos bajos
	Azalea	*Azalea indica*	Siempre verde. Follaje lanceolado de color verde oscuro	Resiste bien las heladas	Flores sencillas o dobles en forma de campana de colores muy bellos	Sembrar en la media sombra y fertilizarla para apoyar su floración
	Buxus	*Buxus semper virens*	Siempre verde compacto de lento crecimiento, follaje verde oval	Soporta heladas y diferentes grados de asoleamiento	Los jardines simétricos lucen mucho con setos	Para delinear setos bajos

1. Especies para clima templado (zona centro)
Altiplano mexicano

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Cubridoras y enredaderas	Bignonia	*Bignoniaceae*	Enredadera. Siempre verde. Apoyada, alcanza hasta 15 m de altura. Hojas tiesas	Se adhiere a los muros Se propaga por esquejes y codos. Tierra rica y lugar soleado	Grandes racimos de flores tubulares de color rojo amarillento o rosa. Florece en primavera y verano	Sobre muros soleados y pérgolas
	Wistería	*Wisteria floribunda*	Enrededera caduca Ramas retorcidas Raíces largas	Tierra rica en humedad Se propaga por acodos	Racimos de flores color azul-violeta perfumadas	Sobre muros y pérgolas
	Hiedra	*Hedera helix*	Rastrera o trepadora Hoja ancha. Los troncos se vuelven leñosos cuando son adultos	De rápido crecimiento y hojas muy próximas Cubre áreas sombreadas	Conforma un colchón verde muy agradable Tonos verde oscuro y claro conformado por hojas tiernas y adultas	En arriates, bajo árboles o para cubrir un muro sombreado

2. Especies para clima caluroso seco (zona semidesértica)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Árboles	Fresno	*Fraxinus*	Siempre verde o deciduo, follaje verde claro. Raíces soportan suelo alcalino	Rápido crecimiento	Follaje denso	Para proteger asoleamientos en franjas anchas de jardín
	Trueno	*Ligustrum japonicum*	Perfil boleado, follaje perenne. Hoja muy brillosa. Fruto pequeño color azul	Fácil de trasplantar Resiste condiciones urbanas adversas	Acepta diversas formas al podar su follaje	Buena selección para barreras visuales, estacionamientos y banquetas de calles o plazas
	Álamo	*Populus caroliniana deltoide*	Deciduo. Hábito de crecimiento boleado alto. Hojas en forma acorazonada	Crecimiento inmediato	Movimiento de sus hojas. Es atractivo	Ubicarlo donde se buscan efectos inmediatos, en áreas verdes extensas
	Sicomoro	*Platanus occidentalis*	Deciduo. Hábito de crecimiento vertical. Hojas con picos verdes en su frente; ceniza en su parte posterior	Soporta sequía y también suelo húmedo	Tronco casi blanco. Follaje con doble tonalidad	Fondos visuales en parques o amplios jardines
	Canelo	*Melia azedarach*	Deciduo temprano Crecimiento con perfil de sombrilla. Hojas similares a helechos, alternas bipinnadas	Rápido crecimiento. Sus semillas caen y provocan brotaciones en mancha	Floración lila. Textura y densidad de follaje muy atractivo. Fruto pequeño ovoide amarillo	En lugares asoleados, con pobre calidad de terreno, sin mucho viento
	Mora	*Morus*	Follaje deciduo de grandes hojas verdes	Soporta ambiente seco Algunas variedades no dan fruto	Follaje verde brilloso	Fondos visuales en grandes áreas de jardín
	Nogal	*Carya illinoinensis*	Deciduo. Árbol extremadamente alto, raíz profunda, pesada estructura de ramas	Ya crecido, es muy grande. Por lo que hay que visualizar espacio	Imponente apariencia	Lugares muy amplios
	Sabino	*Taxodium distichum* o *mucronatum*	Siempre verde. Hoja similar a las coníferas	Resiste tanto humedad excesiva como terrenos parcialmente secos	En invierno, su follaje se torna café. Muy atractivo. Muda de hojas lentamente	Ubicarlo en espacios abiertos muy generosos o a la orilla del agua

2. Especies para clima caluroso seco (zona semidesértica)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Árboles	Encino nativo	*Quercus virginiana*	Siempre verde. Forma boleada, producen bellotas	Profundiza sus raíces, por lo que se puede usar en plazas y banquetas	El brillo de su follaje es atractivo	Excelente con fines a largo plazo. Buen elemento contra el asoleamiento
	Sombrilla japonesa	*Koelreuteria bipinnata*	Deciduo, perfil en forma boleada. Hojas alternas ovaladas	De crecimiento rápido	Floraciones amarillas cuyos pétalos se tornan en atractivo color rosa nacarado	Como apoyo a terrazas
	Tallow chino	*Sapium sabiferum*	Deciduo, perfil en forma boleada. Hojas alternas ovaladas	Su fruto blanco encapsulado produce cera	Su follaje se torna rojizo en otoño	En terrenos con buen drenaje soporta condiciones urbanas adversas
Arbustos	Cenizo	*Leucophillum frutescens*	Semicaduco de hojas pequeñas, aterciopeladas. Se produce sólo por semilla	Muy tolerante a sequías	Floración intermitente de pequeñas flores rosas o violetas	Usarlo bien establecido, ya que su propagación es muy difícil
	Anacahuita	*Cordia boissieri*	Pequeño árbol o arbusto multitronco con hojas de forma oval aterciopeladas	Resiste muchas plagas, sequía y heladas	Florece después de temporadas lluviosas	Sus troncos torcidos y sus bellas flores visten paisajes urbanos viales muy bien
	Plúmbago	*Plumbago capensis*	Hojas verde claro Forma de crecimiento irregular	Resiste clima cálido y heladas leves	Racimos abundantes de flores azul celeste	En lugares de luz de Sol filtrada se conservan sus flores

2. Especies para clima caluroso seco (zona semidesértica) (*Continuación*)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Arbustos	Pitosporum	*Pitosporum tobira*	Siempre verde. Denso follaje. Raíz resistente a suelos adversos	Responde bien a la poda de formación	Pequeñas flores blancas. Hojas muy brillosas	Remates visuales, setos
	Trueno	*Ligustrum lucidum*	Siempre verde. Hábito de crecimiento vertical, si no se poda como seto	Puede crecer como árbol y agruparse como seto	Hojas verde oscuras, brillosas	Seto limítrofe
	Junípero	*Juniperus*	Conífera. Varias especies. Tendencia de crecimiento horizontal	Puede crecer como cubridora en áreas soleadas de poco mantenimiento	Agrupándolos forman manojos agradables de follaje. Combina bien con elementos verticales	Agrupado con otros arbustos para formar piso en jardineras de avenidas
	Tuya	*Biota arboritae* o *Thuja occidentalis*	Tamaño mediano Crecimiento columnar globoso. Ramaje delgado y flexible	Fácil de trasplantar Resistente a la sequía y muchas plagas, menos las fungosas de raíz	Diversos tonos de verdes, según las especies	Agrupada con otras coníferas o de la misma variedad. Usar para entradas amplias o remates
	Yuca	*Yucca filifera*	Varias especies. Hojas encintadas dispuestas en forma de piña, siempre verde oscuro	Situaciones soleadas y calurosas Multiplicación por semilla o esqueje	En verano producen pináculos de 1.00 m, de flores color blanco o crema	En grupos, con cubridoras en su base, conforma remates vistosos de cactáceas
	Cepillo de botella	*Callistemon citrinus*	Siempre verde. Hojas alargadas verde oscuro	Resistente a condiciones extremas Florea mejor cuando hay humedad en el ambiente	Floración en rojo o rosa en forma de cepillo de botella	Lugares donde un árbol formal no cabe y se requiere uno mediano
	Rosa laurel	*Nerium oleander*	Flores rosas o blancas Follaje denso con hojas alargadas	Por su multiplicidad de troncos, puede ocultar elementos indeseables	Floración atractiva	Seto a lo largo de carreteras, o en lugares de poco mantenimiento
	Crespón	*Lagestroemia indica*	Caduco, multitronco Flores con racimos	Requiere poca agua, tolera heladas	Floración profusa en verano	Útil para el paisaje urbano por su atractivo ornamental y su resistencia

2. Especies para clima caluroso seco (zona semidesértica)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Cubridoras	Lantana	*Lantana camara*	Hoja áspera y chica, siempre verde, híbrida	Requiere de poca agua. Soporta pleno sol	Floración profusa	Se puede seleccionar entre variedades rastreras y arbustivas
	Jazmín rastrero	*Trachelosperum asiaticum*	Hojas perennes pequeñas de un verde muy oscuro	Conforma bien los taludes de las áreas verdes	Su apariencia es muy homogénea y su floración es un toque adicional	Muy aplicable ya que soporta sol y media sombra
	Madreselva	*Lonicera japonica*	Enredadera o arbusto trepador de abundante follaje siempre verde	No requiere tierra especial. Requiere sol, aunque se da en situación sombreada	Floración en pequeñas flores amarillas	Para rejas y como cubridora
	Wedelia	*Wedelia trilobata*	Ramificación con hoja brillosa	Propagación horizontal, multiplicación por poda	Textura agradable Floración en pequeños manojos	Para plantar en pisos de jardines no transitados, pues se dañaría después de muchas pisadas
	Niña en el barco Zebrina	*Setcreasea purpurea Zebrina pendula*	Ramificación con hojas y tallos carnosos	Fácil de propagar, trasplantando sus podas. Resiste bien la temporada de secas	Variación de color en los planos horizontales	Buena cubridora en grupos de plantas de diversos tamaños y tonos
	Lirio amarilis	*Hemerocallis*	Crecimiento liliáceo. De color verde claro y flor amarilla	Fácil de deshojar, puede cubrir grandes extensiones o bien bordearlas	Flor amarilla en forma de corneta	En jardineras, macetones y bordes de caminos

3. Especies para clima caliente semihúmedo (zona costa del Pacífico)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Árboles	Laurel de la India	*Ficus retusa*	Follaje muy denso. Raíz múltiple	Proporciona sombra íntegra	Se presta para recortar follaje en diversas formas	Media sombra y lugares calientes
	Almendra	*Terminalia catappa*	Deciduo con hojas de 15 a 30 cm de largo, crecimiento muy horizontal	Por su hábito de crecimiento horizontal proporciona sombra peatonal muy deseada	Atractivo follaje en forma de paraguas. Las hojas delgadas permiten luminosidad en la base	Terrazas
	Hule	*Ficus elastica*	Siempre verde. Hojas lustrosas gruesas de color verde oscuro	Soporta la sequía	Sus hojas son grandes y fáciles de limpiar. Lucen mucho	Alejado de tubería y drenaje
	Jacaranda	*Jacaranda acutifolia*	Deciduo. Ramaje irregular, follaje fino que deja ver sus troncos	Follaje no muy denso permite jardinería en su base	Floración en racimos color lila o azul	Como elemento solo o en bulevares anchos Áreas protegidas del frío
	Primavera	*Nativo*	Hoja alargada y suave Árbol deciduo. Antes de brotar nueva hoja florea copiosamente	Cuando está chica es fácil de trasplantar	Floración amarilla sumamente atractiva	Grupos del mismo árbol
	Palma areca	*Chrysalidocarpus lutescens*	Tamaño mediano Múltiples especies, puede tener uno o varios troncos	Palma comercial de muchos tamaños. No soporta extremos de sol o de sombra	Sus hojas nacen en la base y lucen como penachos tropicales	Jardinera en primer término o remates visuales a distancia media

3. Especies para clima caliente semihúmedo (zona costa del Pacífico)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Arbustos	Alamanda copa de oro	*Allamanda cathartica*	Ramas leñosas Crecimiento de enredadera. Hojas brillantes	Se extiende bien	Hojas brillantes y flores llamativas de color amarillo	Puede estar cerca del mar si en su base hay tierra vegetal
	Bugambilia	*Bougainvillea*	Siempre verde. Ramas largas y delgadas con espinas. Hojas arrugadas	Multiplicación por podas en medio adecuado	Floración en fucsias hasta naranja y pálido	Sobre bardas bien asoleadas
	Tulipán	*Hibiscus rosa sinensis*	Deciduo. Ramas delgadas de tamaño mediano. Hojas dentadas	Puede crecer libremente	Floración con flores simples o dobles durante el verano	Para conformar setos o remates medianos en tamaño y profundidad
	Dracena roja	*Cordyline terminalis*	Grandes hojas, brillantemente coloreadas en tonos vino	Soporta altas temperaturas	Agrega color a los paisajes de media sombra	Para espacios con luz difusa
	Exora	*Ixora coccinea*	Denso, siempre verde con hojas acorazonadas pequeñas	Soporta parcialmente salinidad y viento	Racimos florean en varios tonos de rojo, diversas veces al año	Se usa mucho para conformar setos en los jardines portuarios

3. Especies para clima caliente semihúmedo (zona costa del Pacífico) (*Continuación*)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Arbustos	Dracena	*Dracaena indivisa* o *Cordyline stricta*	Siempre verde en forma de palma. Alta con tronco delgado. Follaje largo	Soporta media sombra y es de follaje alto	Follaje tupido y desordenado muy atractivo	Agrupándola en varios tamaños en terrazas techadas e interiores
	Crotón	*Codiaeum*	Múltiples especies de tamaño mediano. Hojas angostas y anchas	Con buen riego soporta calor excesivo. Follaje puede podarse con formas diferentes	Hojas que presentan variedad de colores según la especie	Formando setos cerca del mar, mas no frente a él
	Aralia japónica	*Polyscia balfouriana*	Hoja redonda. Verde oscuro con manchas blancas	Necesita luz brillante	Hojas muy atractivas y follaje vertical le dan buena aceptación	Lugares abiertos y bien asoleados
	Akalifa o planta del fuego	*Acalypha hispida*	Altura no más de 95 cm	Puede podarse lográndose follajes boleados	Hojas que presentan tonos verdes con púrpuras casi rojos	Lugares abiertos y bien asoleados
Cubridoras	Salvia	*Salvia splendens*	700 especies. Siempre verde	Fácil trasplante y mantenimiento	Floración roja todo el año	Formando manchones de color o bajo árboles de poco follaje
	Pasto San Agustín	*Stenotaphrum secundatum*	Hojas ásperas y anchas	Se propaga por cuñas Tolera tránsito Necesita poco abono	Textura rugosa y tono verde claro son atractivos	Para cubrir grandes áreas de jardines residenciales
	Pasto bermuda	*Cynodon dactylon*	Color verde grisáceo áspero	Se propaga por semillas, estolón o raíces, tolera el tránsito	Bien cortado y asoleado luce bien	Para canchas deportivas y campos de golf
	Dedo moro	*Carpobrotus edulis*	Hojas suculentas, hábito de crecimiento rastrero	Fácil de propagar por poda. Ya establecido aguanta la sequía	Floración y textura muy agradables	Camellones y taludes
	Teléfono o Julieta	*Scindapsus aureus*	Hojas acorazonadas, crecimiento rastrero, no soporta el frío intenso	Se propaga fácilmente por poda	Follaje brilloso bicolor	Para colgar en balcones o como cubridora horizontal y áreas sombreadas
	Vinca o Teresita	*Vinca rosea* o *Catharanthus*	Hojas alternas muy brillosas, en forma de pequeño arbusto	Se propaga con semilla	Atractivos follajes y flores	Cerca del mar o en lugares calientes en macetas

4. Especies para clima caluroso, fresco y húmedo (vertiente del Golfo de México)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Árboles	Flamboyant	*Delonix regia*	Deciduo con raíces horizontales. Hojas redondas y de tamaño minúsculo. Flor naranja	Proporciona ligera sombra. Permite el crecimiento del pasto bajo él	Floración naranja muy atractiva	Ubicarlo pensando en ornato de áreas protegidas del frío; alejado de banquetas y calles
	Grevilla	*Grevillea robusta*	Siempre verde con perfil conífero. Raíz vertical. Hoja similar al helecho	Logra altos remates visuales y permite el desarrollo de jardines menores al pie del árbol	Follaje y silueta vertical atractiva. Floración amarilla	Como contenedor de espacios abiertos y en áreas públicas aunque estén pavimentadas
	Magnolia	*Magnolia grandiflora*	Hojas grandes brillosas Siempre verde con raíces adaptables al suelo ácido	Crecimiento lento conforma barras visuales muy perecederas	Flor blanca grande y aromática	Al fondo de jardines extensos o sola como elemento principal.
	Acacia huizache	*Acacia farnesiana*	Raíces horizontales Follaje de fina textura que conforman hojas redondas	Por su forma aparaguada forma excelentes techos peatonales	Floración amarilla	En áreas donde haya bancas o estancias peatonales
	Palma washingtonia	*Washingtonia filifera*	Raíz fibrosa. Perfil muy esbelto. Hojas amplias en forma de abanico	Por su rápido crecimiento y su esbelto tronco forma barreras y remates	Su verticalidad puede explotarse en algunos puntos visuales	Elemento vertical en jardines amplios
	Maple	*Acer palmatum*	Hojas triangulares	Por su follaje conforma tenue barrera solar	Follaje y tronco de un verde muy atractivo	Cualquier ubicación en parques
	Araucaria	*Araucaria excelsa*	Árbol muy formal con ramas extendidas en planos simétricos horizontales. Hojas en forma de agua	Punto focal muy atractivo dentro de las áreas verdes	Muy atractivo por su geometría	Jardines protegidos del frío y con buen mantenimiento
	Cedro azul	*Cedrus atlantica*	Follaje azul. Perfil piramidal. Hábito de crecimiento vertical	Barras visuales perecederas	Su verticalidad puede explotarse como elemento aislado o como barrera cuando se agrupa con otros	Barreras visuales altas
Arbustos	Japanés Yew	*Podacarpus macrophylla*	Siempre verde. Follaje perenne. Hojas alargadas color verde oscuro	Por su crecimiento columnar vertical es un excelente acompañante de otros arbustos	Forma columnar sin ser rígida	Para formar grupos decorativos. En rincones acompañado de otros árboles
	Carissa	*Carissa grandiflora*	Siempre verde. Hojas gruesas redondas, verde oscuras; hábito de crecimiento horizontal	Cubridora de jardineras o de pequeñas áreas de jardín. Cubrimiento horizontal. Llega a cubrirlas completamente	Destaca su textura del follaje. Muy atractiva Floración pequeña Flores blancas	Para formar grupos decorativos junto con otros arbustos más altos

4. Especies para clima caluroso, fresco y húmedo (vertiente del Golfo de México) (*Continuación*)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendado en paisajismo*
Arbustos	Arrayán mirto	*Myrtus communis*	Siempre verde Frondoso con hojas ovaladas y lanceoladas	Por su adaptabilidad a la poda se puede controlar muy bien su tamaño	Fragancia muy atractiva del follaje	Usarse en setos
	Gardenia	*Garden jasminoide*	Siempre verde con hoja lustrosa	Arbusto de crecimiento a media altura	Floración blanca y perfumada	Grupo de una misma variedad conforman atractivos ramos de hojas y flores
	Holly acebo	*Ilex cornuta*	Siempre verde. Hoja lustrosa, formando picos	Muy versátil. Crece con sol o sombra	Pequeñas frutas rojas en el otoño	En grupos o arriates de arbustos combinando con otros verdes menos brillosos
	Azalea	*Rhododendron*	Siempre verde Crecimiento 50-60 cm Crece bajo sol filtrado	Pueden ser plantadas en plena tierra si es ácida	Floración prolongada en zonas adecuadas	Para formar grupos
	Camelia	*Camelia japonica*	Siempre verde. Hojas lustrosas. Crecimiento lento	Pueden ser plantadas en media sombra	Floración en blanco, rosa, rojo. Flores simples, dobles o semidobles	Como punto focal atractivo con o sin flores
	Cotoneaster	*Cotoneaster apiculata*	Tronco pequeño, ramas largas, siempre verde	Prospera en la mayor parte de los terrenos. Se multiplica por semilla	Frutos pequeños de color rojo en las estaciones de invierno y otoño	Macizos, corduras; como cubrimientos de muros, setos
	Garra de león	*Philodendron selloun*	Pequeño arbolito que se soporta solo. Tiene vástagos con una sola hoja desde el suelo	Soporta mucho calor	El tamaño y la forma de la hoja lo hacen muy atractivo	Ubicarlo en lugares amplios de sol difuso
	Cyca	*Cycarevoluta*	Pequeña palma con tronco vigoroso	Palma que, por su lento crecimiento, puede ubicarse en áreas pequeñas	Su forma radial y sus delgadas y duras hojas brillantes son muy atractivas	Lugares muy ornamentales en sol o media sombra

4. Especies para clima caluroso, fresco y húmedo (vertiente del Golfo de México)

	Nombre común	*Referencia al nombre científico*	*Fitotomía parcial*	*Atributos funcionales*	*Atributos estéticos*	*Uso recomendadò en paisajismo*
Cubridoras	Hiedra	*Hedera helix*	Gran variedad. Hojas con 3 a 5 lóbulos, dependiendo si crece en seco o en sombra	Se propaga por semilla o poda	Requiere mucho riego	Como enredadera en taludes o como cubridora
	Copa de oro (Allamanda)	*Solandra mitida* llamada *Cathertica*	Ramas leñosas. Hojas grandes lustrosas	Se propaga por poda, gusta de pleno sol y tierra no muy rica	Flores grandes en forma de cáliz color amarillo	Sobre muros en pérgolas
	Clivia	*Clivia miniata*	Siempre verde	Floración en los meses de marzo, abril y diciembre	Floración naranja suave, muy elegante	Como punto focal muy atractivo
	Alfombrilla	*Verbena peruviana*	Planta rastrera de hojas dentadas. Flores formando ramilletes	Floración en primavera y verano, gusta de pleno sol	Floración en colores, rosa, rojo, morado, lila y blanco	Como cubridora en áreas no transitadas
	Romeo	*Syngonium hoffnani podophyllum*	Hojas trianguladas con tallos carnosos, hábito horizontal de crecimiento	Se propaga fácilmente con poda. Con buen riego forma un tapete	Crecimiento espontáneo y desordenado Agradable a la vista	En balcones o como cubridora

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

(*Véase* cap. 3.)

Calidad del espacio

Es necesario utilizar la *apariencia*, el *tamaño* presente y el que tendrá a futuro, así como la *escala* de la vegetación como atributos que pueden imprimirle calidad al espacio.

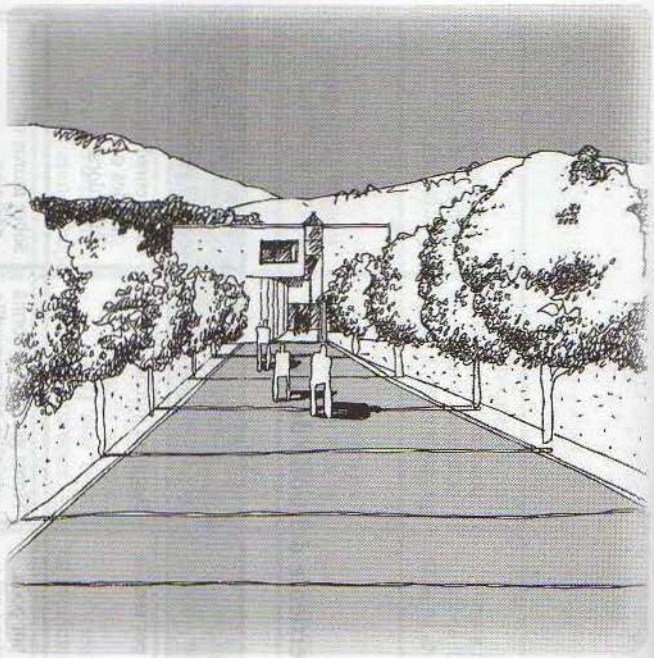
El tamaño de un árbol o de un espacio es relativo; es grande o pequeño dependiendo frente a qué o quién se le compare. El tamaño también depende de la distancia que existe entre el objeto y el observador; aquí es donde la escala denota su relatividad.

Por tanto, la escala generalmente está basada en las dimensiones de un observador promedio.

La **proporción** es un factor muy importante de diseño del paisaje a través del manejo de alturas, anchuras y profundidad.

La **textura** y el **color** de los materiales se utilizarán para darle armonía visual a un espacio.

La **jerarquía** es útil para obtener rangos de tamaño. En casos donde la jerarquía de los tamaños de los espacios resulta de una secuencia de espacios que cambian progresivamente, habrá que enfatizar unos para que se conviertan en dominantes.



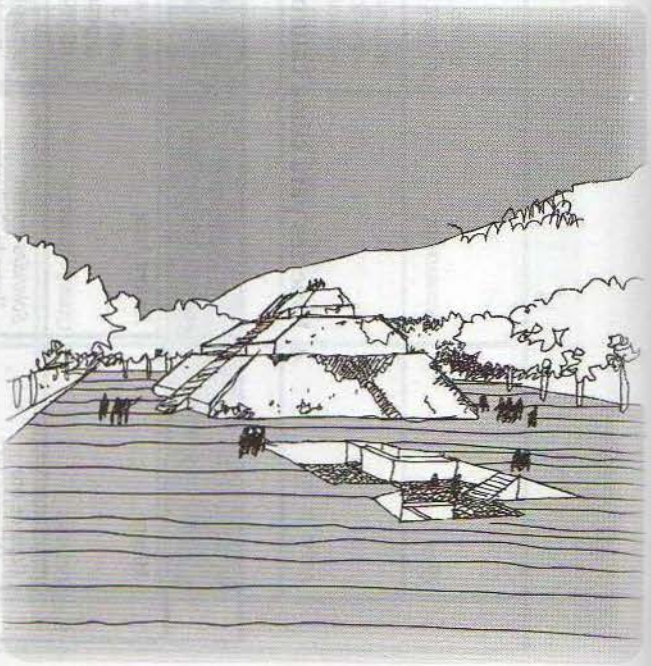
Utilizar la vegetación como apoyo, para proporcionar y dar escala a los espacios exteriores.

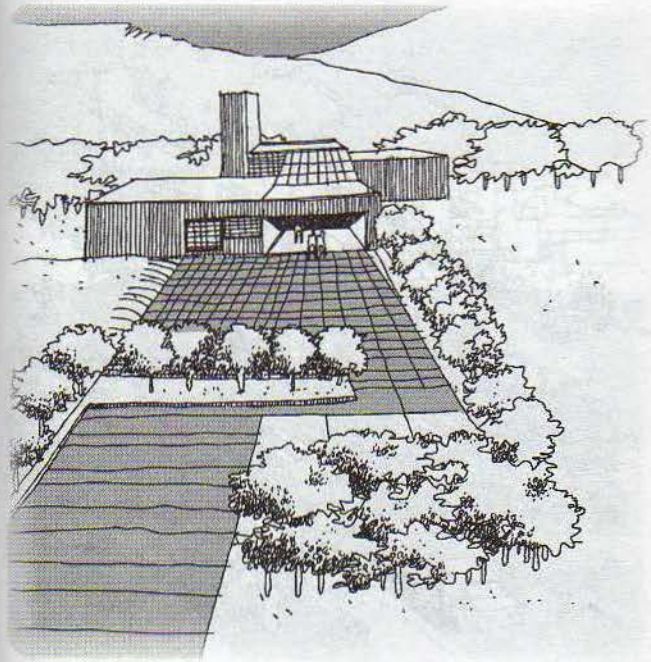
La vegetación ayuda a enmarcar obras o monumentos de valor patrimonial.

Volumen y planos

Es conveniente utilizar los volúmenes y encerramientos como elementos formadores de espacios y volúmenes, mediante:

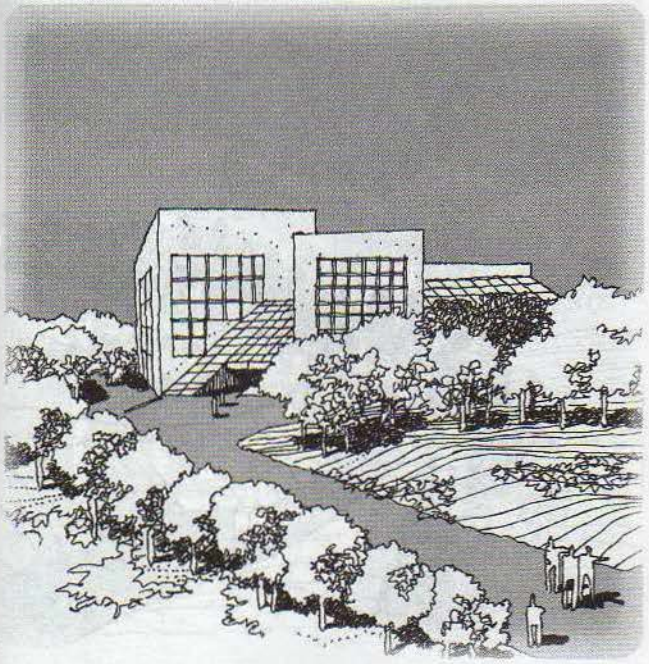
- Tratamiento del primer plano con elementos superficiales, para una definición de los usos del suelo.
- Tratamiento de los planos posteriores, para una definición en la altura de un espacio y en proveer de articulación espacial necesaria.
- Tratamiento de planos verticales como una barrera visual que actúe como punto de referencia, colindancia en el terreno y como pantalla para eliminar vistas indeseables. Estos elementos también sirven como filtros contra el ruido, además de que controlan el asoleamiento y el viento.





Con el diseño de paisaje se puede provocar una sucesión de planos y espacios para hacer interesante un recorrido, valorando el remate visual o el destino del trayecto.

Se puede utilizar la vegetación para crear un efecto de sorpresa en las trayectorias.



Aspectos visuales

Conviene utilizar la *secuencia,* mediante la continuidad en la percepción de espacios u objetos organizados y la *sucesión* de elementos para proveer movimiento, ambiente específico, dirección y cambio visual.

Se recomienda dar *repetición* y *ritmo* mediante la sucesión repetida de elementos y la interrupción de ésta a intervalos regulares, para evitar la monotonía y dar variedad en el contraste.

Se debe dar *balance* a través de la disposición de los elementos con respecto a un eje, para obtener simetría o asimetría.

Selección de la vegetación

La vegetación debe seleccionarse con base en:

La **dureza.** Resistencia a la temperatura, precipitación y tipos de suelos. Tolerancia a las condiciones urbanas. Características de sombra y filtración de luz.

La **forma** y **estructura.** Altura y tiempo de madurez o crecimiento, estructura en cuanto a ramas. Características de sombra y filtración de luz.

El **follaje,** las **flores** y los **frutos.** Forma, tamaño, textura y color del follaje.

Se requiere tener cuidado con la dificultad de trasplante y la necesidad de mantenimiento.

Usos de los árboles

Es recomendable el manejo de árboles en los espacios abiertos, para los siguientes propósitos:

- Con el fin de relacionar edificios con el sitio o con otros edificios cercanos.
- Con objeto de demarcar fronteras y áreas.
- Para acomodar cambios de nivel y modelar la tierra.
- Como medio de proporcionar privacía, enmarcar un edificio o espacio y como barrera visual.
- Con el propósito de proteger del viento, polvo, asoleamiento y ruido.
- Con el objeto de crear espacios externos, cercándolos o rompiendo áreas y dando verticalidad.

- Para dirigir la circulación peatonal.
- Para canalizar vistas a lo lejos de edificios u objetos.
- Como recurso para proveer contraste en forma de textura o color con pavimentos, edificios o cuerpos de agua.
- Con objeto de contrastar o complementar escultóricamente.

MANEJO DEL ESPACIO

La vegetación se debe incorporar de una manera deliberada al proyecto urbano, para hacer que cumpla con funciones específicas mediante:

La provisión del sentido de *dirección*, creando una sensación de movilidad en el usuario y estimulándolo para que se desplace en el espacio.

La creación de un *movimiento* secuenciado en una serie de espacios pequeños que han sido subdivididos a partir de espacios grandes, para proporcionar al observador la experiencia de disfrutar cada espacio separadamente.

La *invitación* a través del uso de estímulos, atracción, sugestión o curiosidad que atraiga al observador a moverse a través de un espacio, utilizando el *receso* para crear un espacio de descanso al final de un recorrido.

Jerarquización y modulación

Es recomendable establecer un orden jerarquizado de movimientos y percepción a través de espacios primarios, secundarios, o terciarios, mediante:

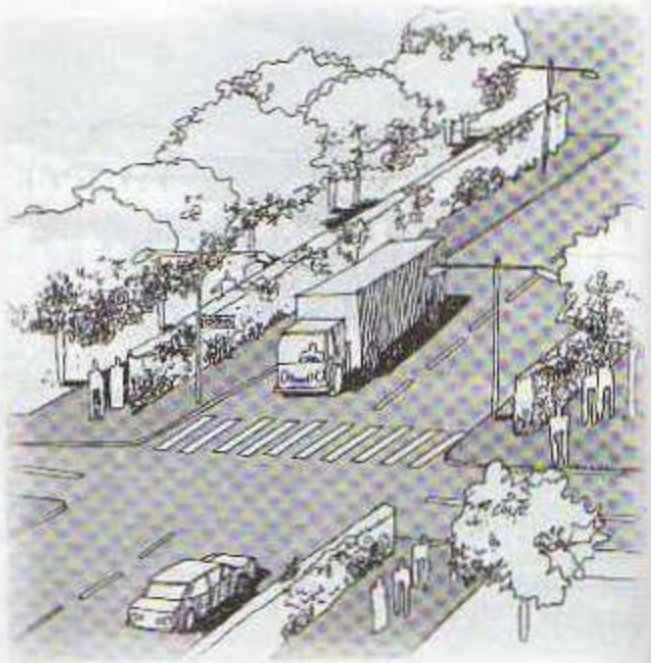
La **adaptación** de la vegetación a espacios creados por otros elementos de diseño.

La **manipulación** de la vegetación para proporcionar refinamiento.

El **reforzamiento** de la selección y ubicación de plantas para dirigir la visión y el movimiento de la gente.

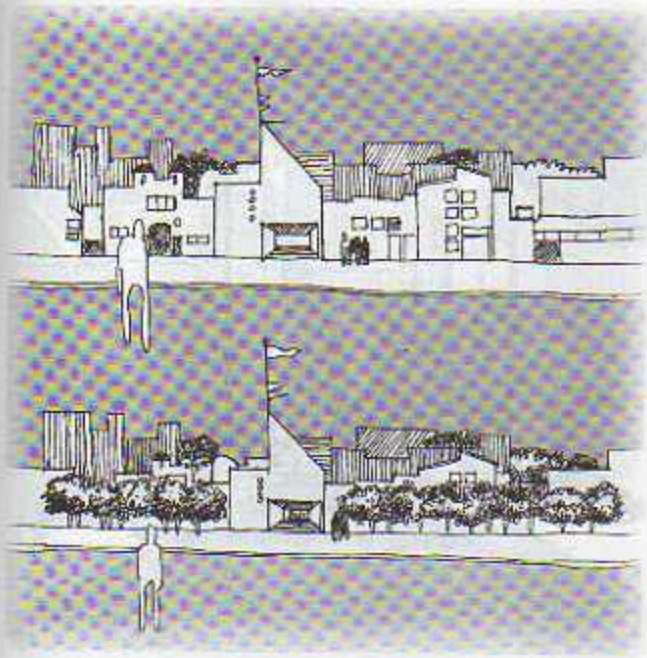
Es recomendable utilizar la modulación mediante la **transformación** de grandes espacios en pequeños espacios irregulares o unidades rítmicas perceptibles, poniendo atención a la modulación.

De este modo se añade interés a los recorridos y se hace posible jugar con escalas, proporciones y configuración de los espacios.



La vegetación resta frialdad a las construcciones e imprime variedad a la escena urbana. Ayuda a separar la circulación peatonal y hacerla más privada.

La vegetación se puede emplear para reforzar el sentido visual de una trayectoria.



Los árboles son un elemento de referencia de escala y pueden ser utilizados para enmarcar un edificio, visualmente importante.

La vegetación ayuda a imprimirle ritmo a una trayectoria.

Articulación

La vegetación articula los espacios subdividiendo las áreas grandes en series de áreas pequeñas, para definir componentes de diseño, sus elementos espaciales y su arquitectura individual al:

Cercar: utilizando la vegetación para cerrar un espacio que se ha dejado abierto, haciendo el espacio más completo e identificable.

Vincular: clarificando un espacio pequeño como parte de un grupo de espacios o un espacio grande uniendo uno con otro.

Subdivisión de espacios

Se debe dividir el espacio, sea horizontal o verticalmente, para reducir su tamaño relativo mediante:

El **agrandamiento.** Cambiando el tamaño aparente de un espacio, al contrastarlo con un espacio infinito, como el cielo, y haciéndolo aparecer pequeño por comparación.

La **reducción.** Colocando plantas en un espacio grande para hacerlo más pequeño y comprensible.

Énfasis

Conviene **enmarcar**, llamando la atención acerca de una vista excepcional, un acceso o un elemento importante dentro del espacio.

Es recomendable **contener**, creando la sensación en el observador de estar en un espacio pequeño que forma parte de otros y no en un espacio grande.

Límites

Se debe utilizar la vegetación para propiciar límites visuales al espacio exterior, valiéndose de los siguientes recursos:

El **efecto de horizontalidad** en el cielo por medio de árboles cuyo tallo sea alto y cuyo follaje forme una bóveda verde.

El **efecto de verticalidad** usando árboles con tallo corto y follaje tupido, delimitando los espacios exteriores.

El **efecto de fondo**, colocando la vegetación por capas a diferentes alturas provocando perspectivas.

Pantallas

Es necesario utilizar la vegetación como pantalla que bloquee visualmente lo indeseable, proveyendo un control visual del paisaje a través de la dirección de la vista, ocultando la fealdad.

Lo anterior implica aislamiento, confinamiento y encubrimiento, con lo no deseable, permitiendo libre acceso al resto del paisaje.

La vegetación como pantalla se puede usar en diversas formas para ocultar áreas de desperdicios, de servicios, de actividades de construcción, áreas de almacenamiento, de estacionamiento, de industrias, de electricidad, deportivos, cementerios o carreteras.

Cualidades estéticas

Se recomienda explotar las cualidades estéticas de las plantas como elemento tridimensional, tratándolas como esculturas.

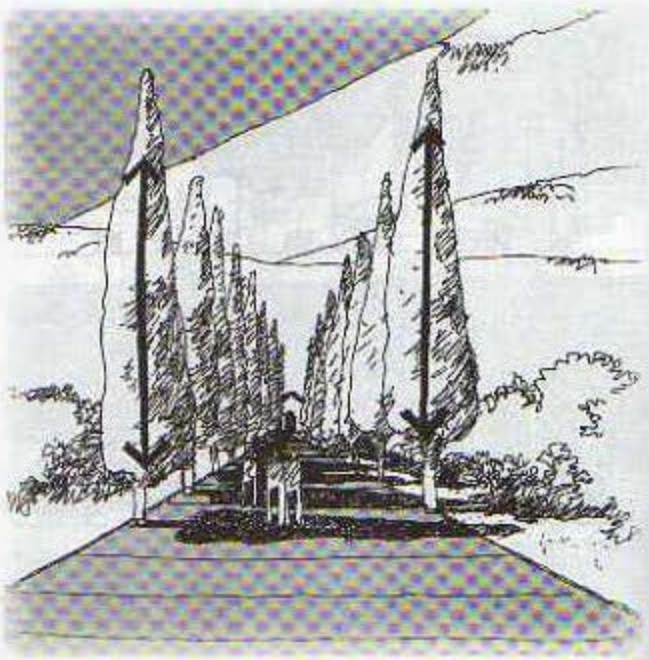
Se deben combinar armónicamente las texturas tersa, rugosa, pulida o áspera; aprovechar la naturaleza misma de las plantas, su frescura, flexibilidad, fragilidad o movimiento; combinar las características de color de las plantas, para utilizarlas como elementos visuales positivos; como objeto para ser visto o notado.

Identificar los tipos de vistas

Panorámicas de paisaje, paisaje de detalle, contrastado, de coníferas, superior, cercado. Para aprovechar las cualidades estéticas y ambientales de la vegetación que circunda la zona urbana.

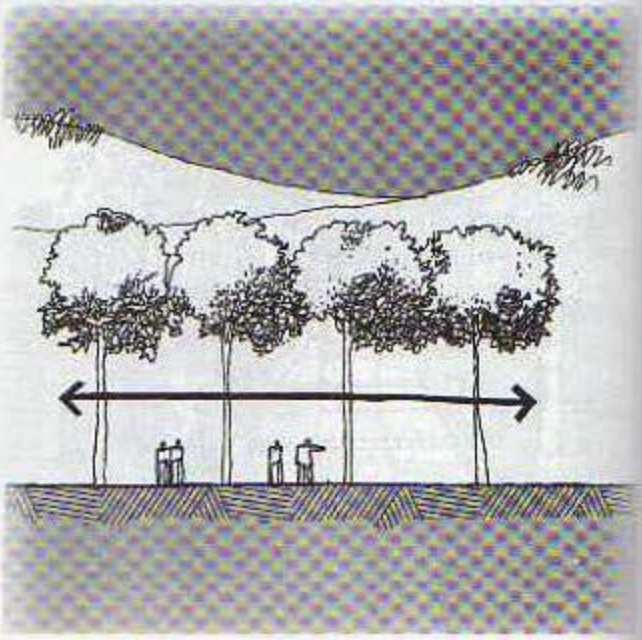
Debe diseñarse el paisaje pensando en recorridos peatonales o vehiculares, para buscar la articulación de un espacio con el siguiente. Debe procurarse estructurar visualmente los recorridos y evitar visuales ambiguas, que le pueden restar efectividad a un recorrido.

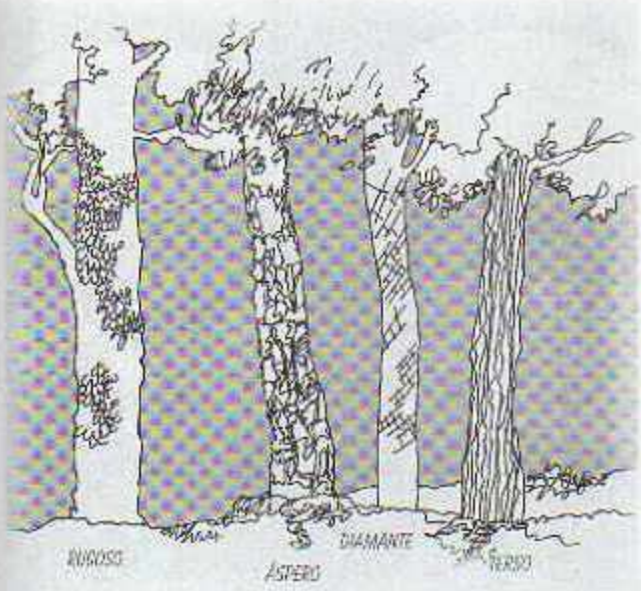
Cuando hay un punto focal importante visualmente (una escultura, un monumento o un edificio) debe centrarse el paisaje en enfatizar su presencia en la escena urbana.



Acentuar la verticalidad, para lograr un efecto particular de sombras y siluetas o para dramatizar la longitud de un recorrido.

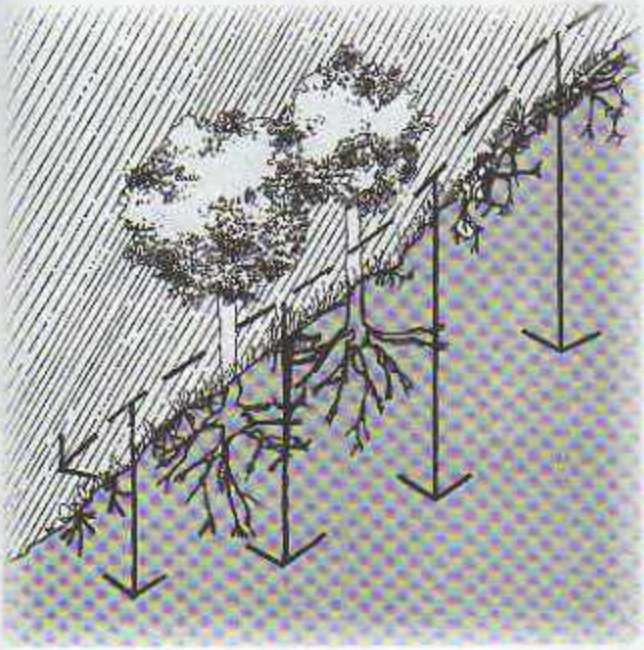
Utilizar cierto tipo de árboles con vegetación extendida para provocar un techo verde sombreado, con un efecto de horizontalidad que invita al relajamiento.





La corteza de los árboles ayuda a reducir el escurrimiento de lluvia y la erosión. Los tipos comunes de corteza son: rugosos, ásperos, diamante y tersos.

La vegetación reduce los escurrimientos y la erosión; también propicia la recarga de mantos acuíferos. Reforestar terrenos con pendientes que estén descubiertos.



MANEJO FUNCIONAL DE LA VEGETACIÓN

Asoleamiento

Se debe utilizar la vegetación para matizar las extremosas condiciones de asoleamiento.

Es necesario interceptar el asoleamiento excesivo obstruyéndolo, mediante plantas de denso follaje, capas múltiples de vegetación o filtrando, mediante plantas con follaje abierto.

Lluvia

Conviene utilizar los árboles, arbustos y pastos para controlar la erosión del suelo.

La acción de la lluvia usualmente es la causa de la pérdida de la tierra o recubrimiento de la misma. El control de la erosión se puede efectuar:

Por medio de raíces, que cuando son fibrosas y superficiales se vuelven más efectivas.

Mediante ramaleo, propiciando la horizontalidad de ramas por ser más efectivas en prevenir que el agua escurra por el tronco y la erosión empiece en la base del árbol.

Aprovechando las hojas que tienen la capacidad de retener el agua y de romper el impacto de las gotas de lluvia en el suelo.

Por medio de la corteza del tronco, que cuando es rugosa presenta la cualidad de disminuir el escurrimiento del agua.

También se pueden utilizar los árboles, para prevenir la evaporación de la humedad del suelo a la atmósfera y así preservarla y retenerla, para conservar la relación temperatura-humedad.

Vientos

Es necesario aprovechar el viento de manera eficaz, para climatizar los espacios exteriores por medio de (*véase* cap. 4):

El empleo de la vegetación, para reducir la fuerza del viento basándose en los siguientes elementos:

La altura de la barrera, que hace más extensa la zona de protección.

La penetrabilidad del viento, que depende de la densidad del follaje.

El ancho de la barrera, que tiene influencia sobre el microclima en la zona anterior de la vegetación.

La longitud de las líneas del viento, que tienden a desviarse al centro o extremos de las barreras.

Con lo anterior se evita la erosión en superficies terrestres descubiertas, que están expuestas al viento y causan la pérdida de suelo fértil o capa vegetal.

Los factores climáticos que producen la erosión son: la dirección, intensidad y duración del viento. Para el control de la erosión puede intentarse:

- El empleo de la vegetación como rompevientos, para reducir el daño producido por el viento, lo cual está en proporción a la altura de las plantas.
- La utilización de barreras vegetales espesas da una mayor protección del viento, pero causa un nivel de turbulencia más grande.
- La construcción de barreras vegetales ligeras, aunque disminuyen los efectos de succión y turbulencia, también reducen la protección del viento.
- La utilización de las hojas y follaje denso, como barreras, puede ser efectiva para controlar el movimiento del aire.
- El empleo de las ramas (ramaleo) densas y bajas también puede resultar efectivo.
- La utilización de los troncos en gran cantidad y proximidad ayudan a reducir la velocidad del viento.

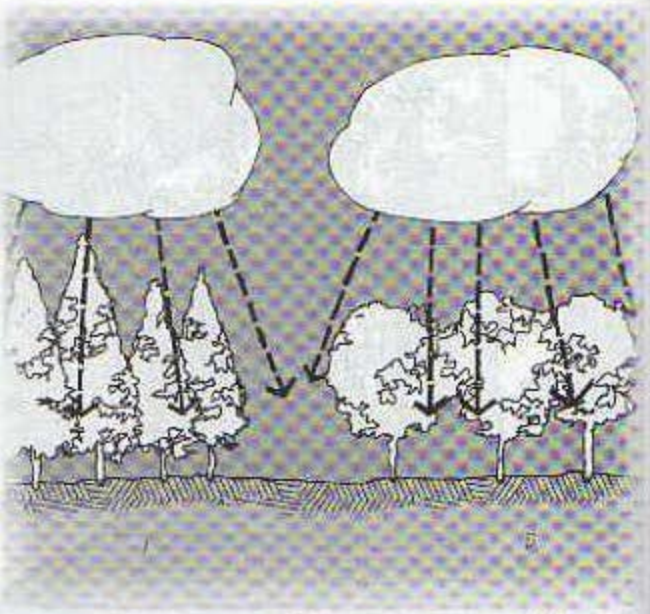
Topografía

Es recomendable respetar la forma natural del terreno y atribuirle funciones de acuerdo con sus cualidades (*véase* cap. 5).

Una colina tiene una mejor función preservándola como fisonomía de parque, una reserva de juego o un punto focal de una zona residencial. Por tanto, habrá que evitar destruir la forma natural y el carácter original del paisaje.

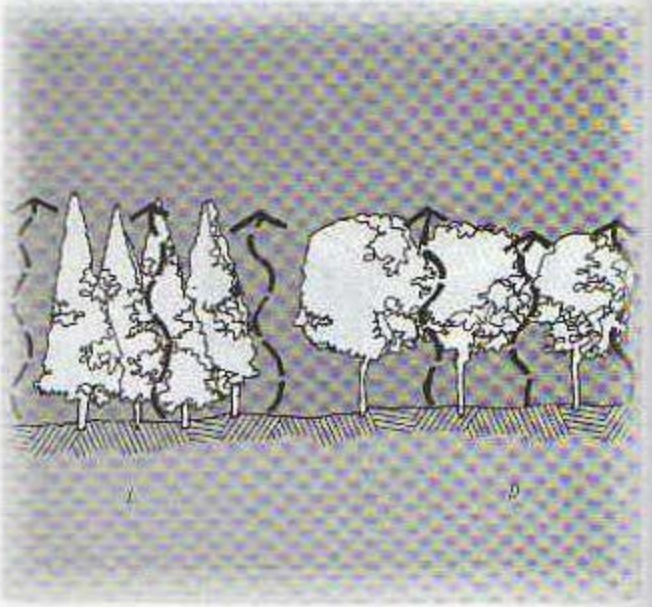
Una colina puede ser removida para la construcción de una carretera, buscando *alterar* lo menos posible la forma natural.

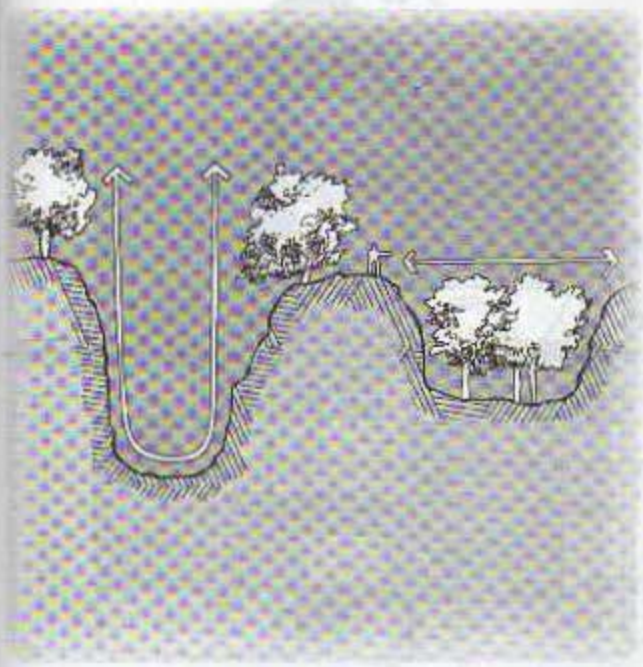
Se puede modificar el carácter paisajístico de una colina removiendo los árboles, plantando otros o terra-



La penetracion de agua pluvial en el suelo, depende de lo tupido del follaje de la vegetación. En follajes muy tupidos (por ejemplo, el que se muestra a la izquierda) el agua penetra hasta 60 %, mientras que en árboles de follaje menos tupido (por ejemplo, el de la derecha), éste detiene 20 % del agua.

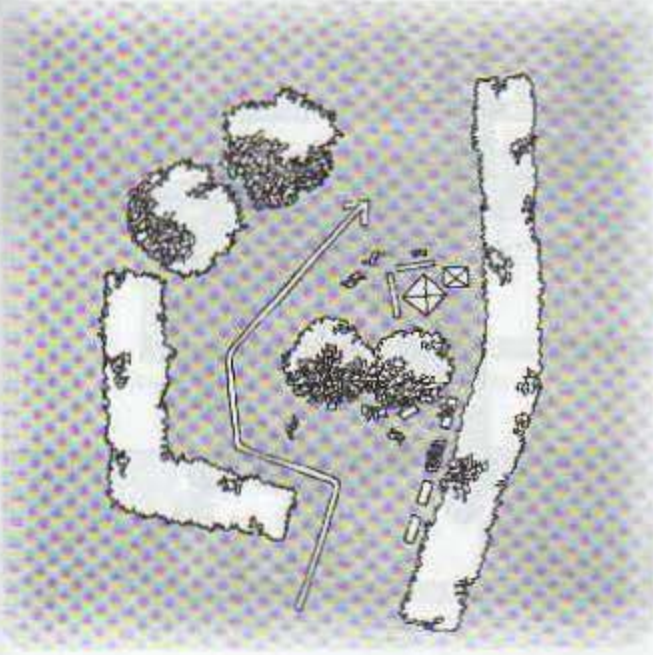
Del mismo modo, la transpiración y la evaporación del agua dependen de lo tupido del follaje. En el ejemplo de la izquierda, el follaje más tupido impide que la transpiración sea abundante, mientras que en árboles con follaje poco tupido la transpiración es mayor.





La vegetación sirve para acentuar el relieve topográfico o para suavizar las irregularidades del terreno.

Los árboles y arbustos, sirven para crear recorridos visualmente atractivos y útiles cuando el terreno es plano y carece de interés visual.



ceando, para *acentuar* la forma natural del terreno e incrementar su efecto visual. Una pequeña colina podría aparentar ser mayor al erigir una construcción en la cresta.

Relieves

Se debe utilizar la vegetación para enfatizar o matizar aspectos de interés en el relieve del terreno, buscando determinada intencionalidad espacial.

Al atenuar con la vegetación los diferentes relieves, se busca un efecto de uniformidad y continuidad en el espacio.

Si se cambian las especies y las alturas de la vegetación para modificar visualmente los relieves, se podrán acentuar sus características físicas, para lograr cierto efecto en el espacio.

Vistas

Es muy conveniente considerar la topografía como un recurso natural del paisaje para enmarcar vistas, proveer privacidad y hacer que las superficies del terreno aparezcan fluidas y no obstruidas.

Conviene aprovechar las cualidades de la topografía, para proponer desarrollos que se adapten a su contorno, enfatizando la cima y la continuidad del paisaje.

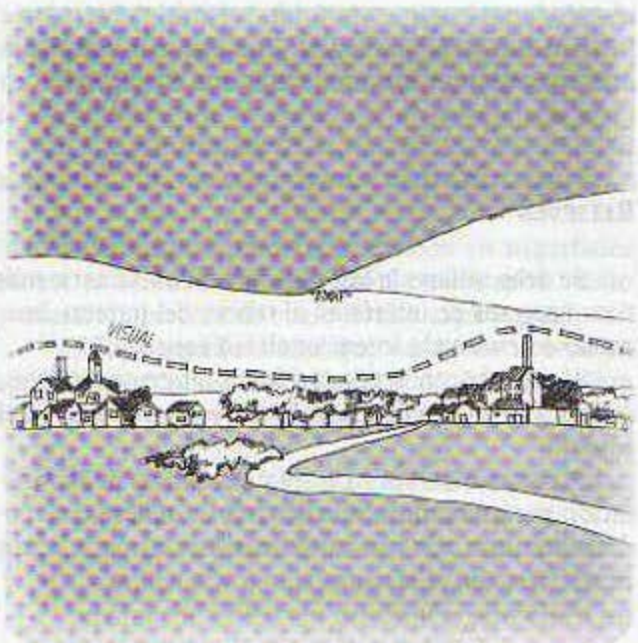
También se puede proponer una edificación vertical, que contraste con la topografía y rompa con la continuidad del paisaje.

Las pendientes mayores tienen superior exposición de vistas, por lo que deberán ser manejadas con mayor cuidado e intencionalidad.

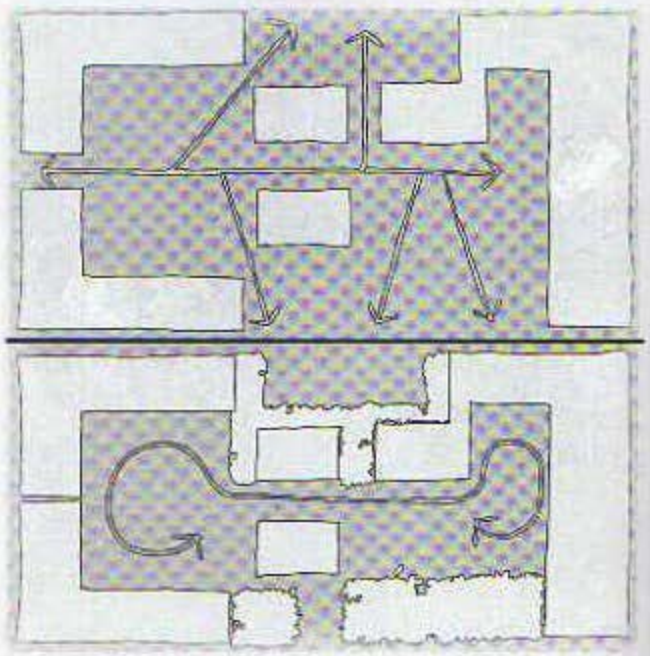
Las pendientes menores, que tienden a la horizontalidad, tienen poco atractivo visual, por lo que habrá que añadirle un sentido espacial al paisaje a través de una plantación deliberada.

Puede resultar atractivo emplear ciertos movimientos de tierra, para crear un nuevo paisaje de interés topográfico y formas placenteras.

La cualidad dinámica de un terreno debe ser aprovechada para darle interés al paisaje urbano, buscando ubicar actividades o funciones en concordancia con el terreno. De esta manera, el usuario se apoyará visualmente en la configuración del terreno, para orientarse y mantener su sentido de dirección.

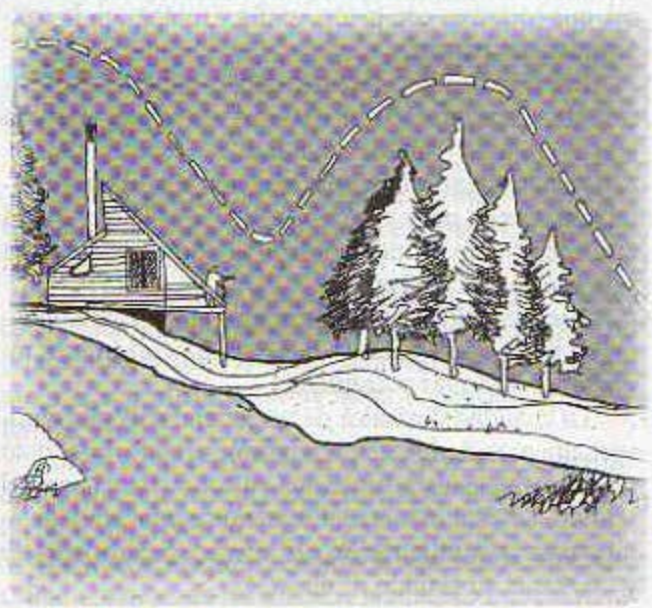


En terrenos planos, el adecuado empleo de vegetación y construcciones, puede crear visuales atractivas y variadas.

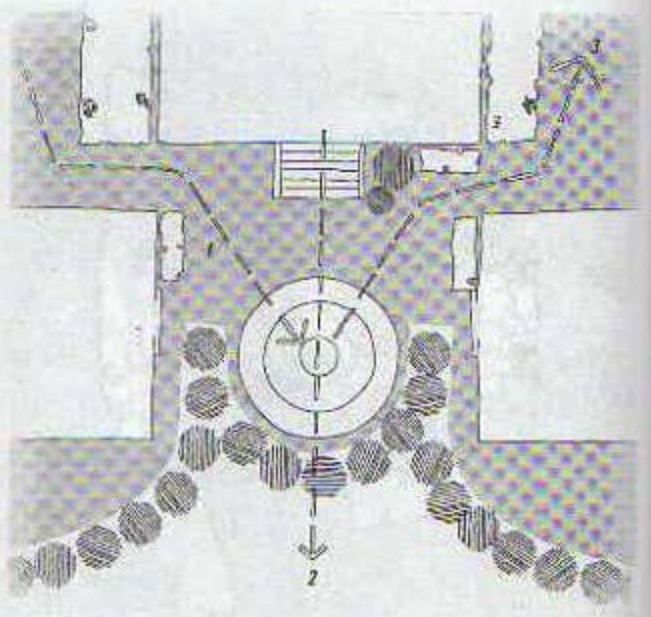


La vegetación es útil para articular y jerarquizar espacios exteriores entre edificios. En el primer ejemplo las visuales se disparan en todos sentidos, dejando espacios poco significativos. Con la vegetación se definen los espacios y ayudan a valorar la presencia de los edificios (segundo ejemplo).

La integración de la arquitectura con la vegetación crea visuales que armonizan su presencia en el medio natural.

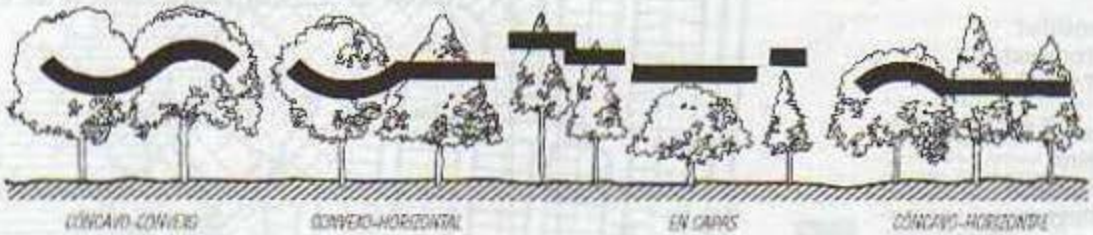


La vegetación es útil para orientar trayectorias peatonales, amenizar recorridos y enfatizar perspectivas interesantes.

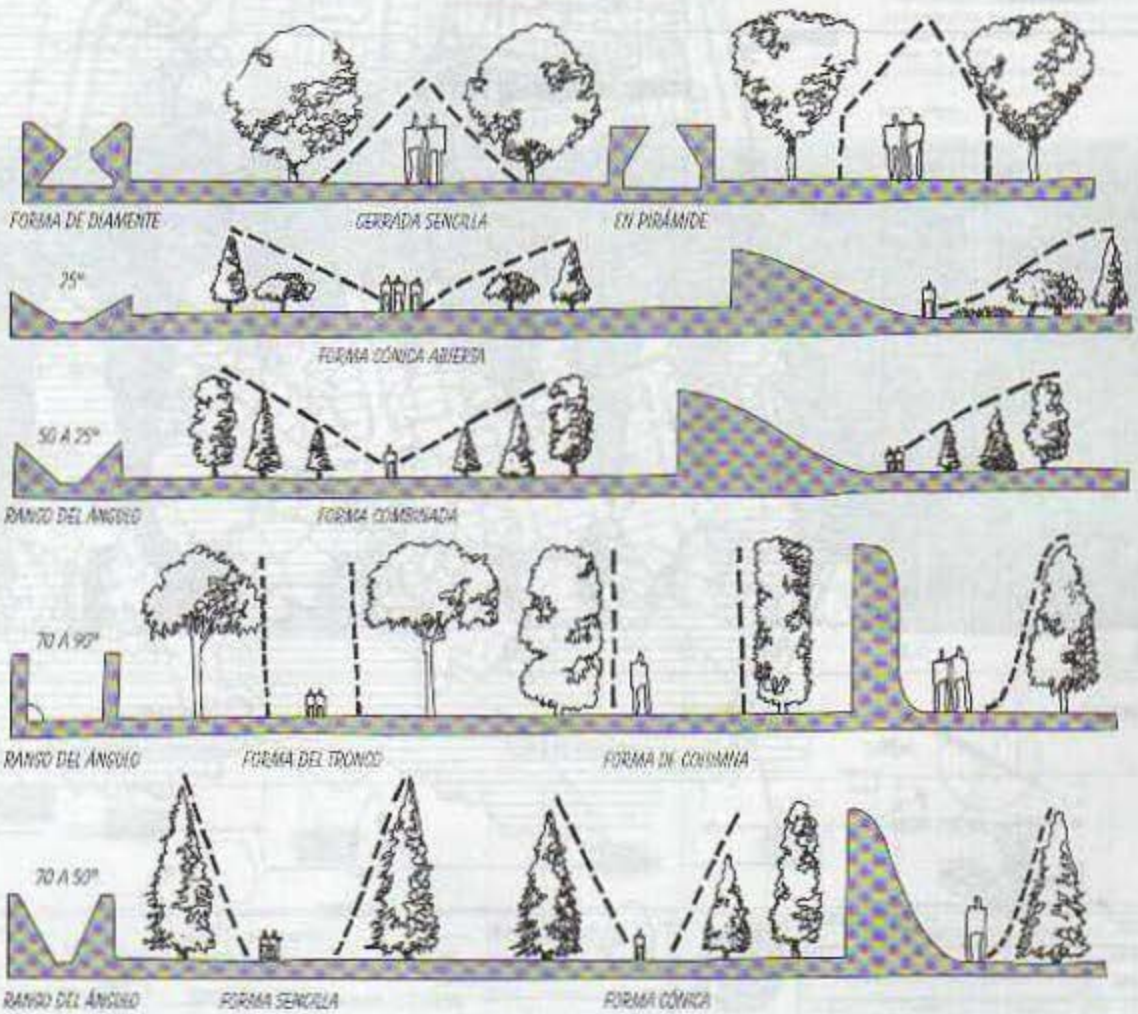


FORMAS SENCILLAS

FORMAS COMBINADAS



ESPACIOS ENTRE ÁRBOLES



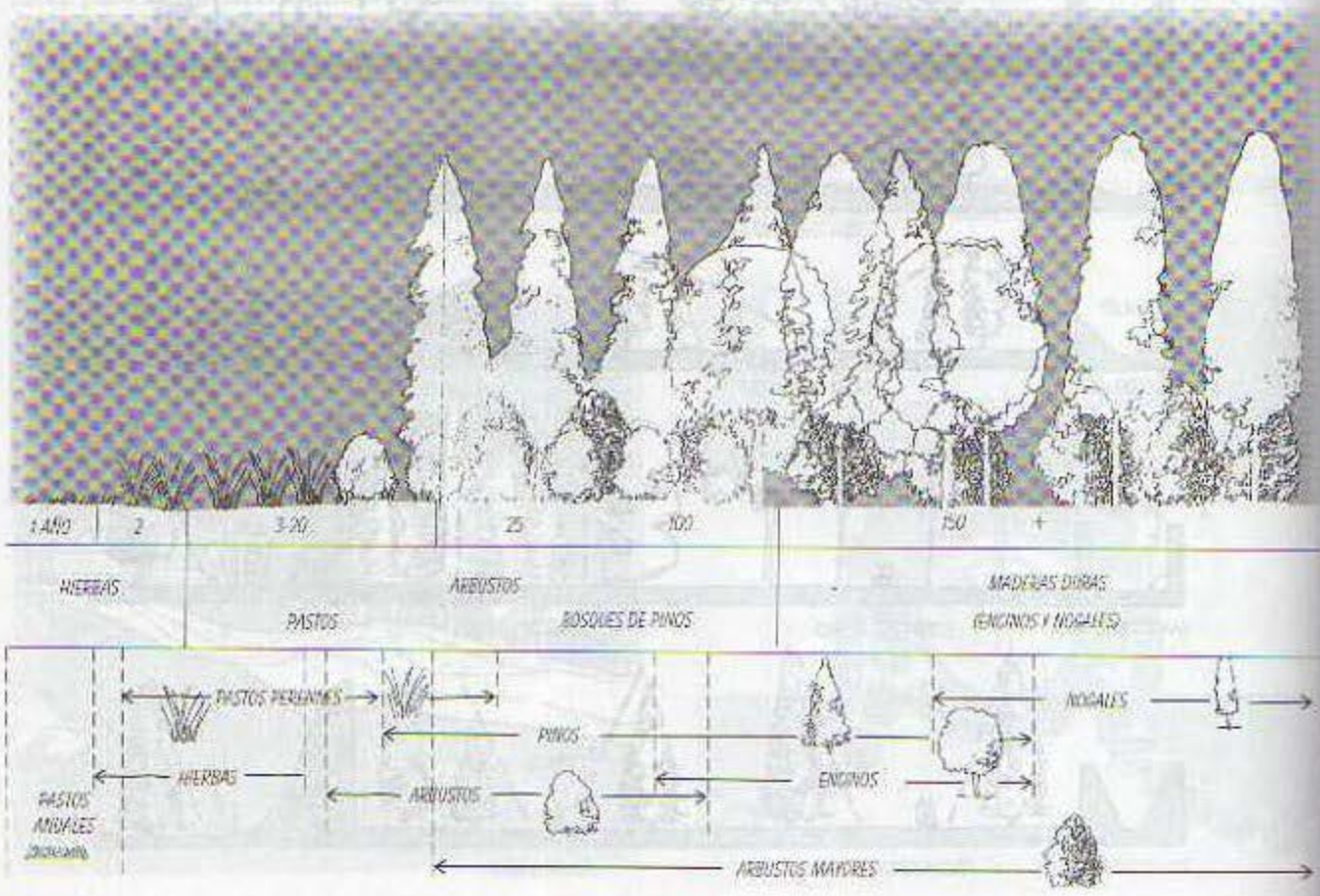
Los factores que afectan la plantación de vegetación en paisaje son:

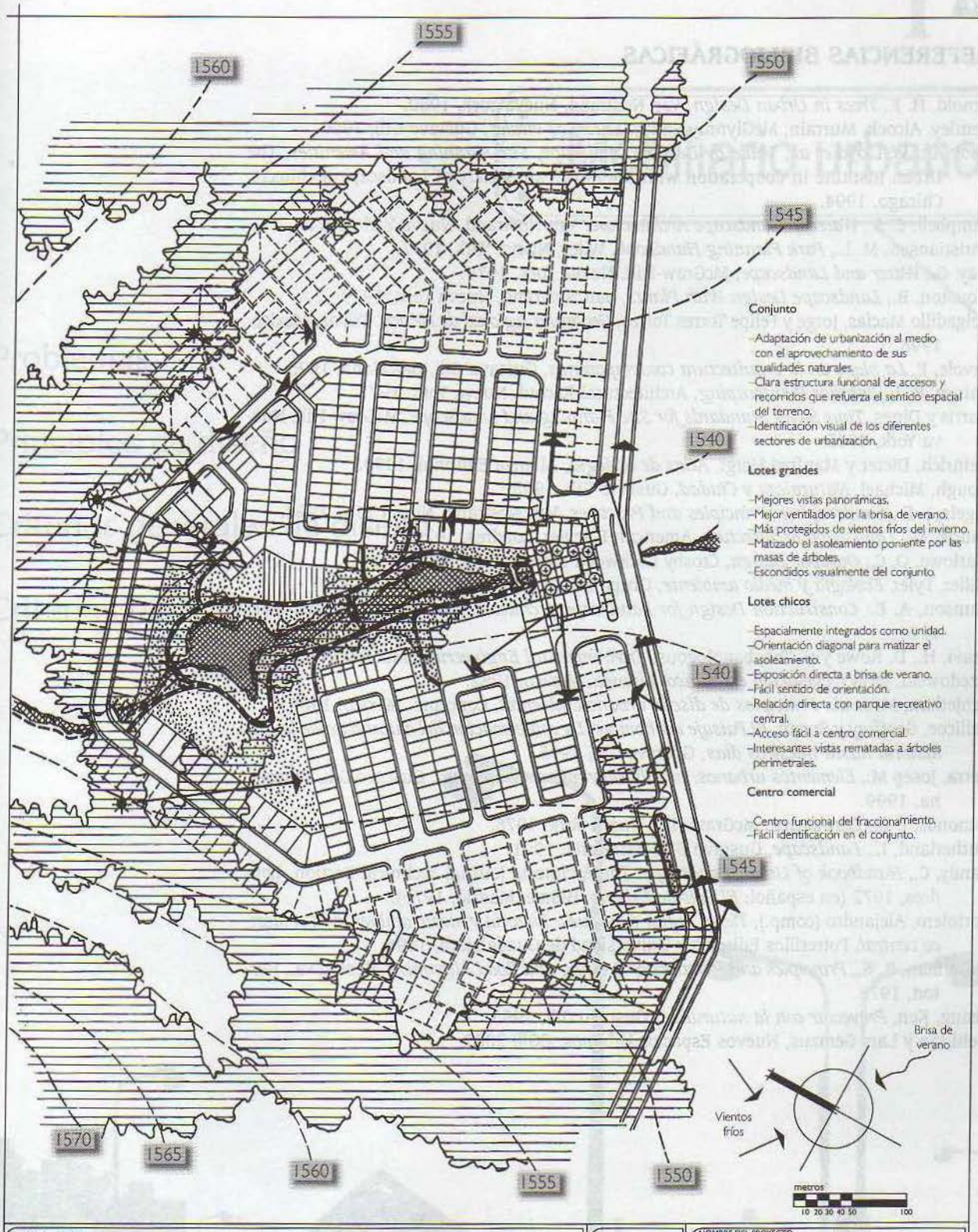
1. Grado de enclaustramiento
   - Completo
   - Parcial
2. Relación entre:
   a) Densidad
      - Transparente
      - Translúcido
   b) Textura
      - Fina
      - Mediana
      - Rugosa
   c) Escala
      - Larga
      - Mediana

El espacio entre árboles se forma por medio de la aplicación de:

- Forma de árboles
- Escala
- Densidad de plantación
- Texturas
- Árboles en combinación con arbustos
- Árboles en combinación con el relieve del terreno

ETAPAS DE SUCESIÓN VEGETAL




1555
1560
1550
1545
1540
1540
1545
1570
1565
1560
1555
1550
Conjunto
-Adaptación de urbanización al medio con el aprovechamiento de sus cualidades naturales.
-Clara estructura funcional de accesos y recorridos que refuerza el sentido espacial del terreno.
-Identificación visual de los diferentes sectores de urbanización.
Lotes grandes
-Mejores vistas panorámicas.
-Mejor ventilados por la brisa de verano.
-Más protegidos de vientos fríos del invierno.
-Matizado el asoleamiento poniente por las masas de árboles.
-Escondidos visualmente del conjunto.
Lotes chicos
-Espacialmente integrados como unidad.
-Orientación diagonal para matizar el asoleamiento.
-Exposición directa a brisa de verano.
-Fácil sentido de orientación.
-Relación directa con parque recreativo central.
-Acceso fácil a centro comercial.
-Interesantes vistas rematadas a árboles perimetrales.
Centro comercial
-Centro funcional del fraccionamiento.
-Fácil identificación en el conjunto.
Brisa de verano
Vientos fríos
metros
10 20 30 40 50 100
Simbología:
Masa de árboles pinos, oyamel
Área jardinada, pasto y cubridoras
Terraza/tratamiento adoquín
Arborización
Juegos
Cuerpo de agua
Vistas significativas
Sendero peatonal
Puntos altos
Vistas rematadas
Secuencia visual
GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.
NOMBRE DEL PROYECTO
FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"
PLANO
CUALIDADES DEL PAISAJE
No. DE PLANO
08
PROYECTO JAN BAZANT
APROBO J. B.
ESCALA 1:1000
CLAVE P.U.
DIBUJO ABEL LARA
FECHA ENERO 2003
ACOTACIONES m
No. DE PROYECTO VI-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnold, H. F., *Trees in Urban Design*, Van Nostrand, Nueva York, 1980.

Bentley, Alcock, Murrain, McGlynn y Smith, *Entornos vitales*, Gustavo Gili, 1999.

Book-Ait, W. Lloyd *et al.*, *Value by Design: Landscape, Site Planning and Amenities*, The Urban Institute in Cooperation with the American Society of Landscape Architects, Chicago, 1994.

Campbell, C. S., *Water in Landscape Architecture*, Van Nostrand, Nueva York, 1978.

Christiansen, M. L., *Park Planning Handbook*, Wiley, Nueva York, 1977.

Clay, G., *Water and Landscape*, McGraw-Hill, Nueva York, 1979.

Clouston, B., *Landscape Design With Plants*, Van Nostrand, Nueva York, 1979.

Delgadillo Macías, Jorge y Felipe Torres Torres, *Geografía regional de México*, Trillas, México, 1998.

Favole, P., *La plaza en la arquitectura contemporánea*, Gustavo Gili, Barcelona, 1995.

Gaines, R. L., *Interior Plantscaping*, Architectural Record, Nueva York, 1977.

Harris y Dines, *Time Saver Standards for Site Planning and Landscape*, McGraw-Hill, Nueva York, 1995.

Heinrich, Dieter y Manfred Hergt, *Atlas de ecología*, Alianza Editorial, 1990.

Hough, Michael, *Naturaleza y Ciudad*, Gustavo Gili, 1995.

Ingels, J. E., *Landscaping: Principles and Practices*, Van Nostrand, Nueva York, 1978.

Laurie, M., *Landscape Architecture*, American Elsevier, Londres, 1975.

Marlowe, O. C., *Outdoor Design*, Crosby Lockwood Staples, Londres, 1977.

Millet, Tyler, *Ecología y medio ambiente*, Grupo editorial Iberoamericano, 1994.

Munson, A. E., *Construction Design for Landscape Architects*, McGraw-Hill, Nueva York, 1974.

Peavi, H., D. Rowe y G. Tchobanologous, *Environmental Engineering*, McGraw-Hill, 1988.

Rzedowski, Jerzy, *Vegetación en México*, Limusa, México, 1982.

Schjethan, M. *et al.*, *Principios de diseño urbano ambiental*, Concepto, México, 1985.

Sellicoe, Geoffrey y Susan, *El Paisaje del hombre. La conformación del entorno desde la prehistoria hasta nuestros días*, Gustavo Gili, 1995.

Serra, Josep M., *Elementos urbanos: mobiliario y microarquitectura*, Gustavo Gili, Barcelona, 1999.

Simonds, J. O., *Earthscape*, McGraw-Hill, Nueva York, 1978.

Sutherland, L., *Landscape*, Gustavo Gili, Barcelona, 1991.

Tandy, C., *Handbook of Urban Landscape*, The Architects Journal Technical Section, Londres, 1972 (en español: *El Paisaje Urbano*, Blume, Madrid, 1976).

Tortolero, Alejandro (comp.), *Tierra, agua y bosques: historia y medio ambiente en el México central*, Potrerillos Editores y Universidad de Guadalajara, 1996.

Unterman, R. K., *Principles and Practices of Grading and Road Alignment*, Reston Va., Reston, 1978.

Yeang, Ken, *Proyectar con la naturaleza*, Gustavo Gili, 1995.

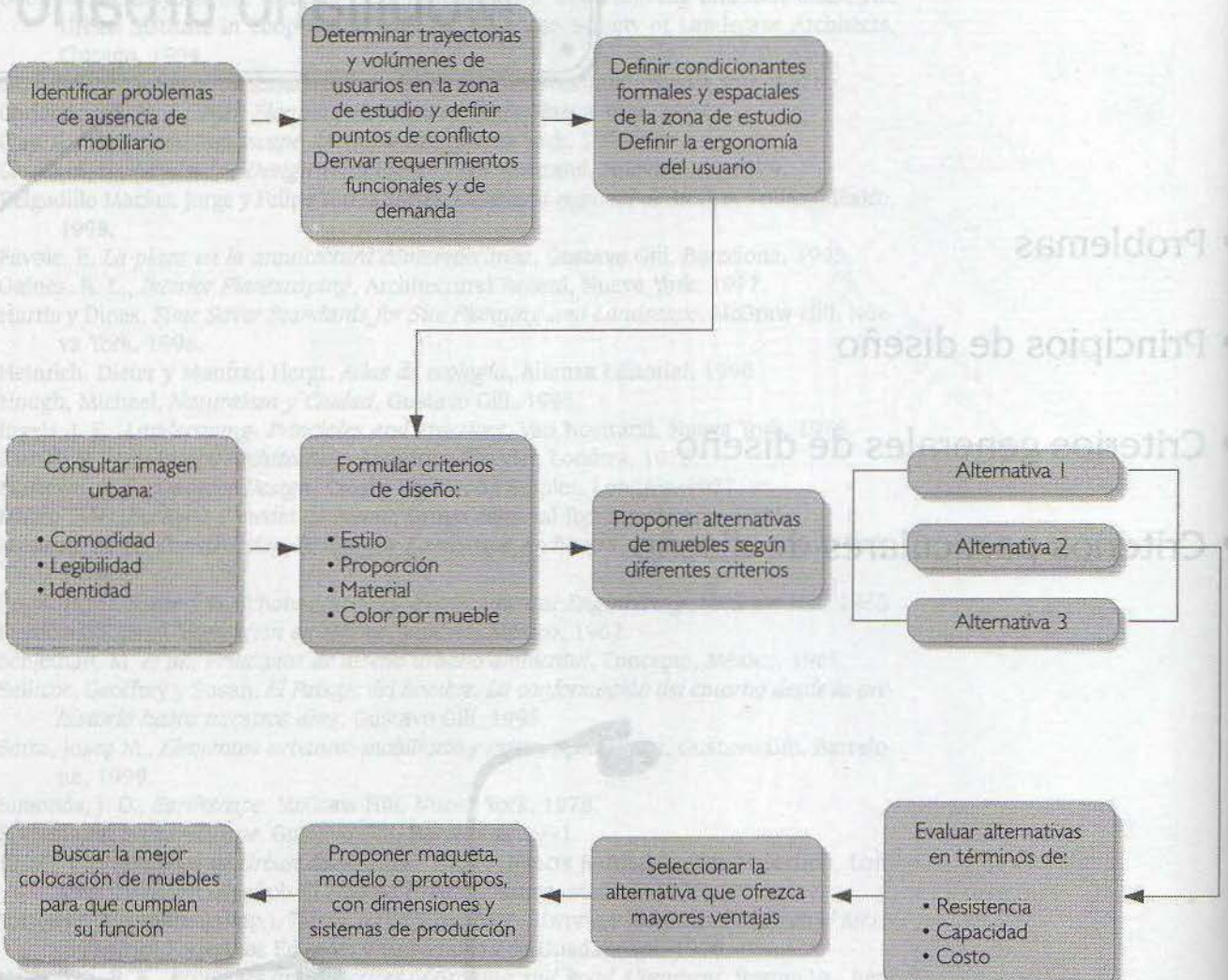
Gehl Ian y Lars Gemzus, Nuevos Espacios Urbanos, GGili 2002.

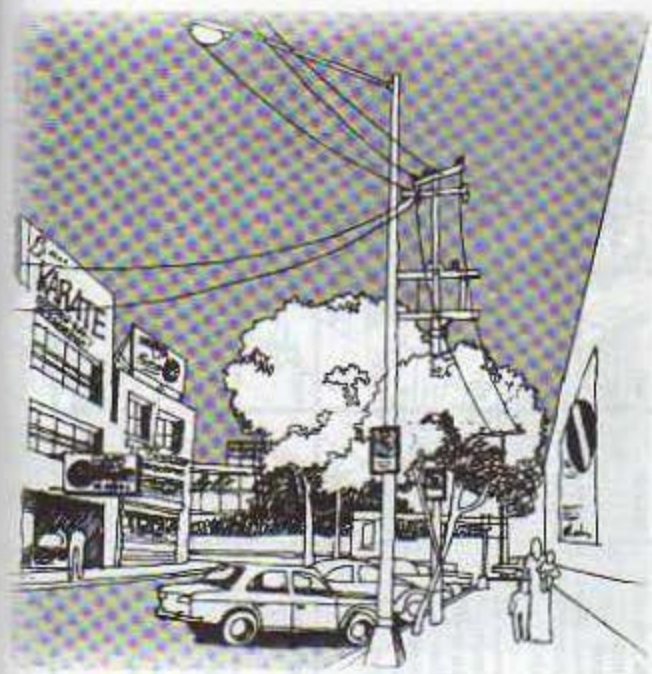
14

Mobiliario urbano

- Problemas
- Principios de diseño
- Criterios generales de diseño
- Criterios particulares de diseño

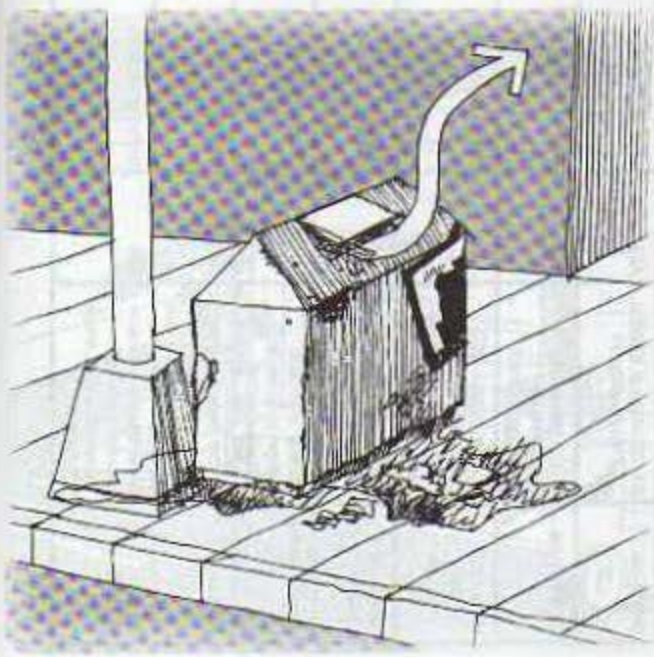
METODOLOGÍA DE DISEÑO: MOBILIARIO URBANO





La irracionalidad en la colocación del mobiliario, aunada al exceso de señalamientos, dificulta su ubicación visual y entorpece su utilización.

El diseño de mobiliario frecuentemente resulta inapropiado para exteriores, pues se deteriora con facilidad y no es resistente al intenso uso que le dan los transeúntes.



PROBLEMAS

El mobiliario urbano en ocasiones obstruye visualmente superficies o espacios urbanos, con tal obstrucción deteriora la calidad espacial y crea una confusión visual.

El mobiliario urbano generalmente obstaculiza la circulación, al estar mal colocado en las banquetas, andadores o áreas peatonales. Uno de los problemas más comunes es el exceso de postería que se siembra en las banquetas y a los cuales se les adhiere todo tipo de grafismo, que hace aún más difícil de localizar la presencia del mobiliario en las calles. Por otro lado, el mal diseño del mobiliario dificulta su uso, por ejemplo, los basureros cuyo mecanismo de la tapa se traba con frecuencia, o no cierra bien, el agua se mete y moja la basura, lo cual acelera su proceso de descomposición causando malos olores y atrayendo moscas.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

Es necesario proporcionar identidad y seguridad a los usuarios de vías y espacios públicos, buscando hacer agradable su permanencia o recorrido, utilizando un mobiliario adecuado a la función y al espacio.

El mobiliario debe buscar una relación armónica con el espacio urbano, para reforzar visualmente su sentido espacial y su carácter.

CRITERIO GENERAL DE DISEÑO

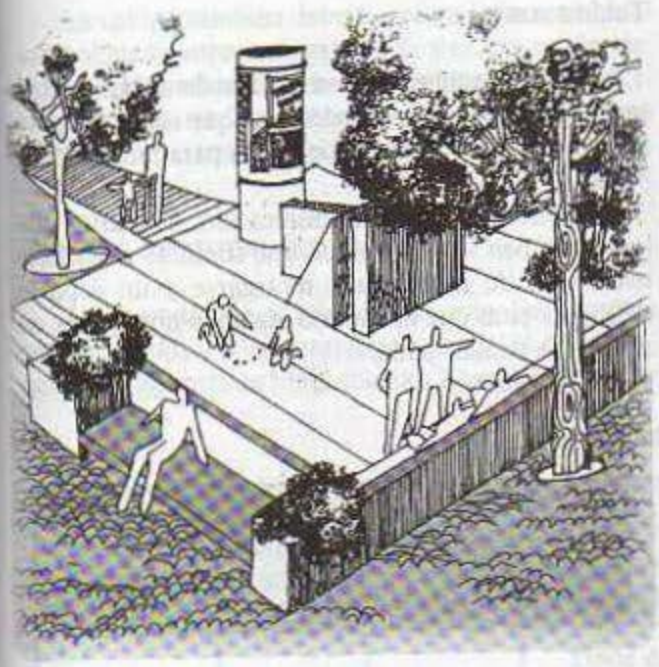
Se recomienda buscar continuidad en el diseño de objetos individuales y coherencia en el de los objetos agrupados, para lograr escala de los diferentes elementos en relación con su entorno y con la integración visual al paisaje urbano.

La agrupación del mobiliario permite su fácil localización por los usuarios quienes pueden emplear varios sin necesidad de desplazarse. Además, ello permite un mejor y más económico mantenimiento.

Se deben colocar los elementos de mobiliario urbano en relación con el uso y con la satisfacción de necesidades, derivadas de las actividades que se desarrollen en el sitio.

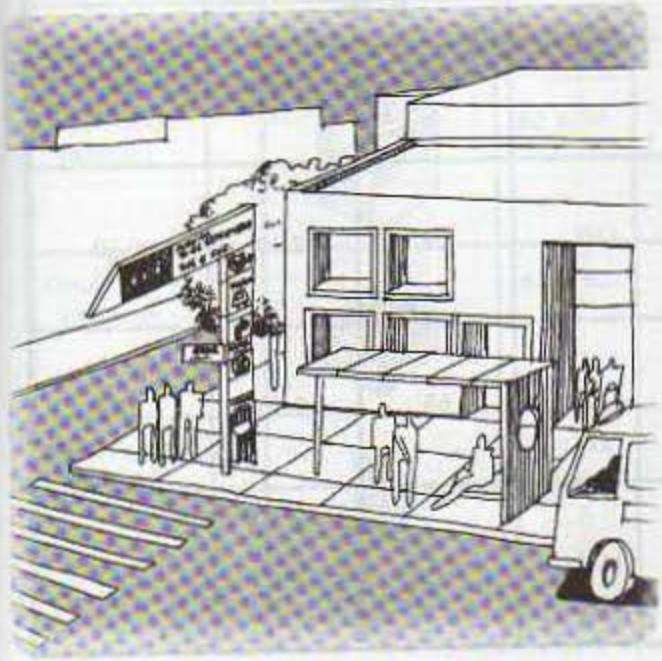
Mobiliario urbano

Tipo de mobiliario	Función	Características		Tipo de materiales usados	Localización		Mantenimiento o reposición	Observación con respecto a calidad visual	Vandalismo
		Resistencia a la intemperie	Dimensiones		Lugar	Distancia entre sí			
Postes de alumbrado	Dotar a una zona urbana de iluminación nocturna suficiente	Alta	6-9 m de altura 25 cm Ø	Cemento fierro madera	En calles o avenidas con tránsito peatonal y vehicular	De 30 a 45 m	Bajo	Tolerable	Bajo
Faroles	Dar iluminación tenue en zonas de poco tránsito nocturno	Alta	2.50-4 m de altura 20 cm Ø	Cemento fierro madera	Parques, plazas, jardines y monumentos	De 25 a 30 m	Bajo	Agradable	Medio
Paradas de camión	Proteger al usuario de las inclemencias del tiempo	Alta	2 × 3.5 × 2.5 m 3 × 4 × 2.5 m	Cemento fierro madera	En esquinas y cruceros	200 a 300 m	Bajo	Tolerable	Bajo
Basureros	Lograr que el usuario conserve limpia la calle	Media	0.70 × 0.60 × 1.10 m 0.50 × 0.40 × 0.45 m	Plástico, fibra de vidrio, lámina, madera	Esquinas y lugares donde se concentra la gente	Variable	Medio	Desagradable	Alto
Casetas de teléfonos	Facilitar la comunicación del usuario a un bajo costo	Alta	1 × 0.70 × 2.10 m	Plástico fierro acrílicos	Esquinas	Variable	Medio	Agradable	Alto
Bancas	Dar un punto de descanso en las vías de comunicación	Alta	2 × 0.45 × 0.72 m	Madera cemento fierro	Parques, jardines y plazas	Variable	Bajo	Tolerable	Medio
Semáforos	Dar un orden al tránsito y evitar accidentes	Alta	0.25 × 2.30 m	Madera fierro tubular cemento	Esquinas y cruceros de tránsito constante	Variable	Bajo	Tolerable	Bajo
Parquímetros	Dar un margen de tiempo para estacionamiento	Alta	0.15 × 0.18 × 0.30 m	Fierro	Zonas comerciales y de oficinas	5 m (uno) 10 m (doble)	Medio	Tolerable	Medio
Hidrantes contra incendio	Dar seguridad a los usuarios, facilitando una acción inmediata en caso de incendio	Alta	Según se requiera	Fierro con un baño de cobre o latón	Monumentos, edificios de oficinas y centros comerciales	Variable	Bajo	Agradable	Bajo
Casetas de policía	Que las fuerzas del orden público tengan un lugar en donde estar	Media	Según se requiera	Cemento lámina madera asbesto vidrio	Estratégico	Variable	Medio	Agradable	Bajo
Señalamientos	Orientar al usuario respecto de hacia dónde dirigirse	Media	Diferentes formas	Plástico lámina fierro madera	Según se requiera	Variable	Medio	Agradable	Medio
Jardines	Dar un lugar de reposo y descanso al usuario que circula por la calle	Alta	Variable	Plantas arbustos flores árboles	Estratégico	Variable	Alto	Agradable	Alto
Topes o barreras	Evitar que los vehículos entren en zonas reservadas para otras actividades	Alta	Según se requiera	Cemento fierro madera	Según se requiera	Variable	Medio	Agradable	Medio



Crear conjuntos de mobiliario urbano útiles y agradables, que sirvan para mejorar la calidad ambiental de los espacios exteriores.

Agrupar el mobiliario y señalamiento urbano para mejorar la eficiencia del servicio y reducir el costo de mantenimiento.



CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

Bancas

Las bancas deben proveer descanso a sus usuarios y proporcionar una posición cómoda en un lugar acogedor.

Conviene adecuar ergonómicamente las bancas al usuario, con el fin de que él logre una posición cómoda. Se recomiendan las dimensiones para el proporcionamiento de las bancas del cuadro siguiente .

Es indispensable ubicar las bancas en lugares parcialmente asoleados o sombreados y en la cercanía de plantas, para que el usuario descanse en un lugar agradable.

Se debe permitir que desde el lugar de ubicación de las bancas se tenga vista a lugares de actividad: comercios, tránsito, áreas de juego, con lo cual se logrará el esparcimiento del usuario mientras está sentado.

Se deben seleccionar materiales adecuados al medio, que no retengan el calor o el frío; materiales rugosos o lisos y que no se astillen.

El apoyo para brazos y espalda aumenta la comodidad. El apoyo de los brazos también brinda ayuda para sentarse o pararse de la banca.

Las superficies para sentarse deberán tener orificios, para dejar pasar el agua y evitar que ésta se estanque.

Basureros

Los basureros deben tener las siguientes características:

- Recopilar y almacenar temporalmente desperdicios, para evitar la contaminación y procurar la higiene del medio urbano.
- Ser accesibles y manejables para facilitar su uso.
- Estar al alcance del usuario, para facilitarle el depósito de la basura.
- Asegurar los basureros a banquetas, postes o paredes para evitar el vandalismo.
- Tener tapa para evitar la entrada de agua y la salida de los malos olores.
- El interior deberá ser removible, para facilitar el vaciado de los desperdicios.
- Diferenciar por medio del color, para facilitar la identificación de los mismos en el medio urbano.

Conviene comprobar la exposición a las condiciones climáticas y la protección contra el vandalismo, al seleccionar los materiales que den mayor durabilidad.

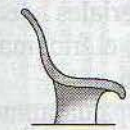
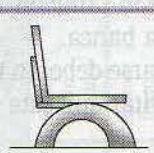
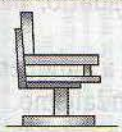
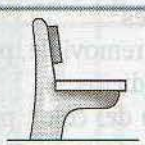
Se debe permitir el cambio de elementos secundarios (partes de ensamble), cuando éstos se oxidan por los efectos de la intemperie. Para evitar estos costosos cambios, se recomienda darles un adecuado mantenimiento.

Teléfonos

En la vía pública existen medios de comunicación individual a través de los teléfonos, que necesitan para su uso una concha acústica o caseta para proporcionar privacía.

En estos medios de comunicación, las partes que los componen son: la cabina que contiene el aparato telefónico, un apoyo para recargarse y un espacio suficiente para que el usuario, estando ahí dentro, se aísle de la demás gente.

Tipos de bancas

Tipo	*Perfil*	*Altura del asiento* (cm)	*Altura del respaldo* (cm)	*Inclinación del respaldo*	*Ancho del asiento* (cm)	*Largo del asiento* (cm)	*Permanencia según comodidad* (h)
Silla		43	75	115°	61	45	0.35
Silla		43	75	110°	62	44	0.35
Banca		45	———	———	60	90	0.20
Banca		45	73.5	110°	65	2.40	0.30
Banca		45	72	112°	65	2.40	0.35
Banca		45	74	115°	65	1.20	0.35

La cabina también deberá, por su forma, ambientarse al medio urbano, jugando con armonía con los demás muebles urbanos. Deberá tener un tamaño proporcionado a las medidas normales de los usuarios; esto incluye altura, ancho y volúmenes.

Paradas de autobuses

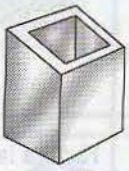
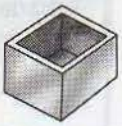
Las paradas de autobuses son muy importantes para el usuario, como protección contra el mal tiempo. Generalmente se proporcionan bancas para hacer más cómoda la espera de sus usuarios.

Además, las paradas le dan al usuario seguridad y una visibilidad casi completa, puesto que los autobuses se detienen en un lugar determinado, evitando así que los usuarios se dispersen.

Las casetas abiertas se recomiendan para lugares tropicales o de calor excesivo, en donde se requiere aprovechar las corrientes de aire para refrescar el lugar, haciéndolo agradable para los usuarios.

Las características de ubicación y medidas pueden encontrarse en el capítulo de vialidad.

Tipos de basureros

Tipo	*Perfil*	**Dimensiones**			*Material*	*Tipo de basura*
		Base (cm)	*Altura* (cm)	*Tapa* (cm)		
Bote (interior, exterior)		∅ 80	110	∅ 80	Lámina	Tipo industrial (cajas, desechos)
Tapa vaivén (interior)		50 × 50	80	50 × 50	Fibra de vidrio, lámina	Todo tipo de papeles, cáscaras, botellas, etcétera
Cesta (exterior)		40 × 50	50	50 × 60	Fibra de vidrio, alambre	Todo tipo de papeles, cáscaras, botellas, etcétera
Poste o pared (exterior)		42 × 42	45	42 × 42	Fibra de vidrio	Todo tipo de papeles, cáscaras, botellas, etcétera

La estructura tubular hace que la gente se forme en hilera para evitar atropellos y empujones, y lograr un orden al abordar el autobús; además la salida sirve para una persona a la vez.

Para zonas templadas se recomiendan casetas semiabiertas que tengan buena ventilación, protegiendo del asoleamiento, que no es muy fuerte. La visibilidad es buena y el margen de comodidad es agradable para el usuario.

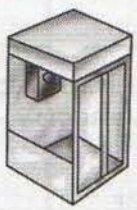
Para climas fríos se recomiendan casetas cerradas, que eviten tanto la circulación cruzada de aire como la penetración de la lluvia.

Estas pequeñas construcciones deben estar hechas de material ligero prefabricado, con ventanas grandes que también aligeran el peso. Además, deben ser desmontables, de fácil manejo y transportación.

Topes y obstáculos en zonas donde los vehículos no deben entrar

Existe un tipo de poste pequeño y de baja altura cuya función es la de impedir u obstaculizar la entrada de vehículos a una zona específica. Generalmente

Teléfonos públicos

Tipo	*Croquis*	*Altura* (m)	*Base* (m)	*Separación*	*Función*	*Efecto visual*
Poste con burbuja		1.80	1.00 × 1.00	Variable	Facilita la comunicación del usuario a bajo costo	Agradable
Cabina		2.00	0.80 × 0.80	Variable	Facilita la comunicación del usuario a bajo costo	Tolerable
Aislado		1.70	0.60 × 0.60	Variable	Facilita la comunicación del usuario a bajo costo	Tolerable

son de concreto pintado en forma llamativa, o con un símbolo fácil de identificar.

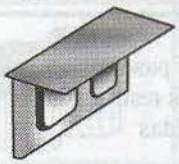
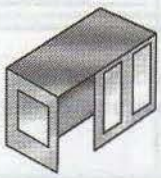
Un obstáculo para los automóviles son las banquetas cuya función es obstruir el acceso de vehículos a zonas peatonales, logrando con ello su separación.

Los topes dentro del mobiliario urbano tienen una función primordial, ya que aumentan la seguridad del usuario peatonal, debido a que obligan a los conductores de vehículos a disminuir la velocidad, haciéndolos circular muy despacio, evitando así accidentes.

Las barreras de contención dentro del mobiliario urbano contribuyen a la seguridad pública y le dan una apariencia estética a las vías rápidas y evitan accidentes. Estas señales son comunes en el medio urbano, sobre todo cuando se quiere evitar el paso de vehículos en el momento en que se está efectuando una maniobra de mantenimiento o compostura de los servicios urbanos.

Aunque estas barreras ocasionan malestar a los conductores de vehículos, y a veces obstaculizan la fluidez del tránsito, representan una forma segura de hacerlos obedecer un señalamiento.

Casetas para paradas de autobús

Tipo	*Croquis*	**Dimensiones**			*Bancas*	*Visibilidad*	*Ventilación e iluminación*
		Ancho (m)	*Altura* (m)	*Largo* (m)			
Abierta		2.50	2.20	3.50	Opcional	Excelente	Excelente
Semiabierta		2.50	2.30	4.00	Opcional	Buena	Buena
Cerrada		2.50	2.50	4.00	Pared posterior Pared lateral Pared frontal	Baja	Baja

Elementos decorativos en jardines

(*Véase* cap. 13.)

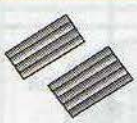
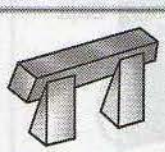
Dentro del mobiliario urbano la vegetación es un factor muy importante, ya que ambienta los elementos artificiales con los naturales, buscando un aspecto visual agradable.

Se pueden conjugar los andadores peatonales con jardineras, árboles no muy altos o zonas de pasto, y aprovechar los colores de la vegetación para combinarlos con materiales, como terrazos, ladrillos o adoquines.

Un río o arroyo puede aprovecharse para integrarlo visual y funcionalmente en los recorridos peatonales. Un área destinada para la recreación se forma de una especie de lago, en donde los niños en época de calor puedan bañarse y divertirse.

Una fuente es un elemento muy agradable, le da a un lugar un aspecto de frescura y naturalidad. Si combinamos este elemento con vegetación, se logrará un conjunto visualmente muy agradable.

Obstáculos para vehículos

Tipo	*Croquis*	**Dimensiones**			*Función*	*Efecto visual*
		Base (cm)	*Ancho* (cm)	*Altura* (cm)		
Boya		∅ 15	Variable	70	Elementos de señalamiento de alguna curva	Tolerable
Tope		∅ 10	10	5	Son elementos para la disminución de la velocidad de los vehículos	Tolerable
Barreras		Variable	Variable	Variable	Evitar el paso de vehículos a zonas restringidas o prohibidas	Tolerable
Vibradores		Variable	100	3	Disminuir la velocidad al entrar a cualquier zona pública o comercial	Agradable
Anuncios		Variable	Variable	Variable	Evitar el paso de vehículos y peatones a zonas restringidas	Desagradable
Barra de contención		Variable	20	90	Su función es contener cuando ocurra alguna colisión	Tolerable

Juegos infantiles

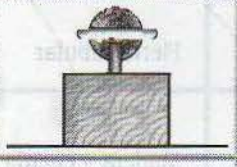
Los puentes colgantes son una atracción importante para los niños. Los materiales empleados para su construcción son troncos de madera, cuerdas y redes de mecate. Se instalan a una altura de 1.50 m (para evitar que algún niño al caer se lastime). Generalmente se instalan en parques y áreas dedicadas a la recreación infantil.

Los columpios y barras paralelas son juegos muy concurridos por los niños. El costo de estos juegos es relativamente bajo y deben hacerse con materiales resistentes al uso, como el fierro tubular y la madera. Su instalación debe ser sencilla y rápida, y en cualquier espacio pequeño de una zona exterior pueden colocarse. Su resistencia a la intemperie es muy alta, su mantenimiento sólo requiere engrasado y pintado muy de vez en cuando.

Un tubo de drenaje de un metro de diámetro es otro juego interesante para los niños. Lo disfrutan mucho y su costo es bajo, así como el mantenimiento que es nulo, excepto si se quiere pintar.

Se pueden hacer juegos combinando: cubos, tubos, escaleras, redes de mecate, etc. Los tubos pueden

Elementos decorativos de jardín

Tipo	*Croquis*	**Dimensiones**			*Efecto visual*	*Comodidad*	*Localización*
		Base	*Ancho*	*Altura*			
Arriate con banca		Variable	Variable	Banca 45 cm	Agradable	Es cómodo hasta 30 min	En el eje central de un jardín
Jardinera		Variable	Variable	Variable	Agradable		En las orillas de las avenidas de los jardines
Macetones		60 cm ∅	Variable	1.20 m	Agradable		En los pasos de peatones sin obstruir su paso
Fuentes		Variable	Variable	Variable	Agradable		En el eje central de un jardín
Estatuas o esculturas		Variable	Variable	Variable	Agradable		En los pasos de peatones sin obstruirles el paso
Estanques		Variable	Variable	Variable	Agradable		En los pasos de peatones

ser de cemento, fibra de vidrio, plástico y madera, que pueden pintarse vistosamente.

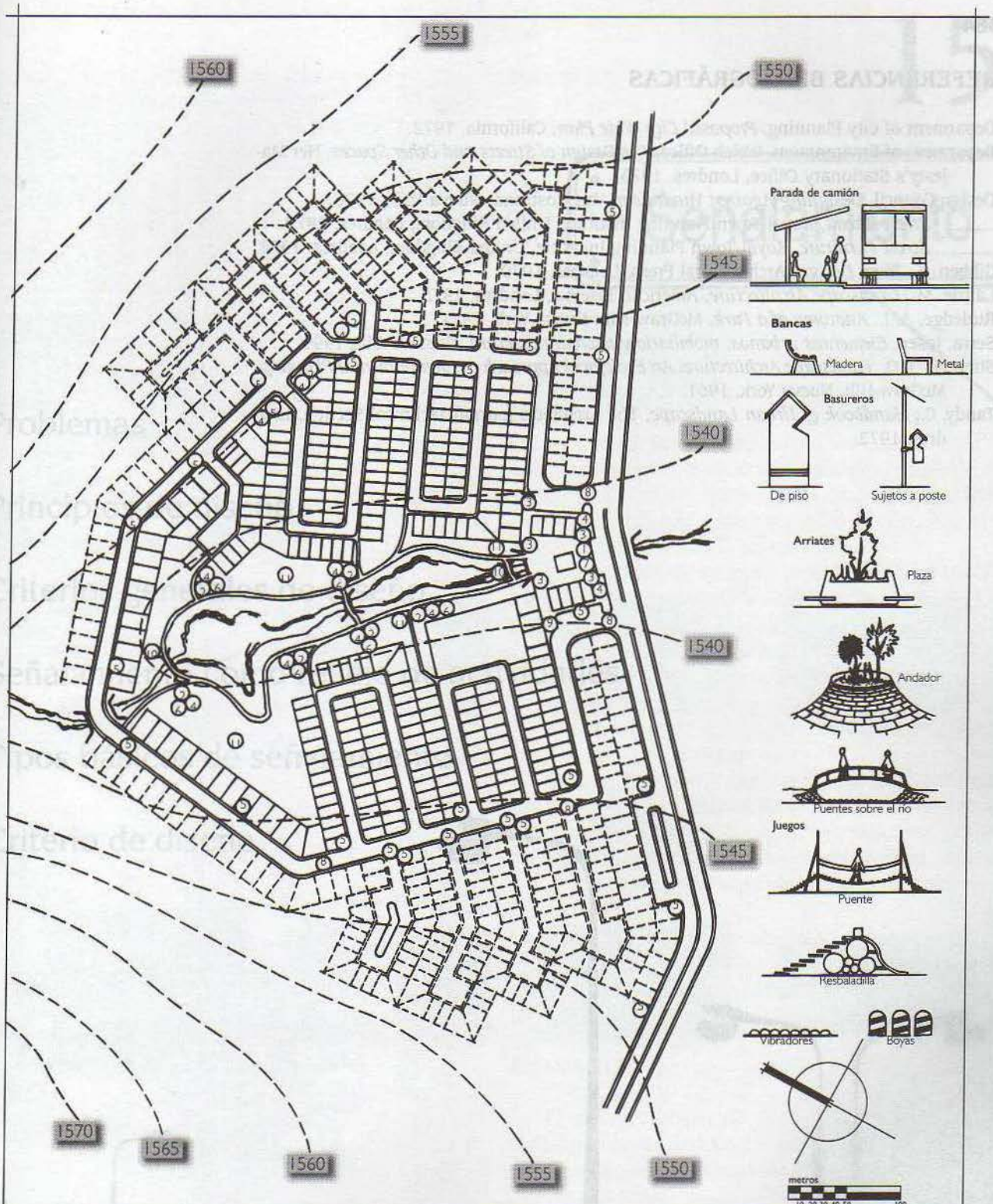
Las resbaladillas son complemento de los columpios, están construidas con tubo de fierro, lámina y uniones remachadas o unidas por soldadura. Su costo es bajo y su mantenimiento también, excepto la pintura, que debe aplicarse más o menos una vez cada año.

Una estructura tubular es otra atracción para los niños. Esta estructura es barata porque se construye con tubos comunes y corrientes de fierro, las uniones son de soldadura; se pinta para darle una apariencia agradable. Su instalación es sencilla y rápida, y su mantenimiento es bajo.

Frecuentemente los juegos sencillos, como túneles, laberintos, colinas, puentes o areneros tienen mayor aceptación por parte de los niños que juegos más sofisticados. Con los juegos debe buscarse la participación de niños de todas las edades.

Juegos infantiles

Tipo	**Dimensiones**			*Resistencia*	*Materiales*
	Ancho (m)	*Altura* (m)	*Largo* (m)		
	0.45	2.10	2.50	Alta	Lámina
	0.40	1.90	2.50	Alta	Fierro tubular
	2.00	2.00	Variable	Media	Fierro tubular
	1.50	1.80	3.00	Alta	Cemento armado
	1.00	1.10	Variable	Alta	Cemento armado
	Variable	1.80	Variable	Alta	Cemento armado
	∅ 3.00	2.20	———	Baja	Tubo y cable de acero
	Variable	1.80 a 1.90	Variable	Alta	Fierro tubular
	1.50	2.20	Variable	Baja	Madera y cuerda
	2.00	3.00 a 4.00	10.00	Media	Fierro tubular, madera, cuerda



Simbología:

1. Parada de autobús
2. Banca de madera
3. Banca metálica
4. Basurero de piso
5. Basurero sujeto a poste
6. Arriate bajo
7. Arriate alto
8. Vibradores
9. Boyas
10. Puente
11. Juegos infantiles

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"			
PLANO: MOBILIARIO URBANO			No. DE PLANO: 09
PROYECTO: JAN BAZANT	APROBO: J.B.	ESCALA: 1:1000	CLAVE: P.U.
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

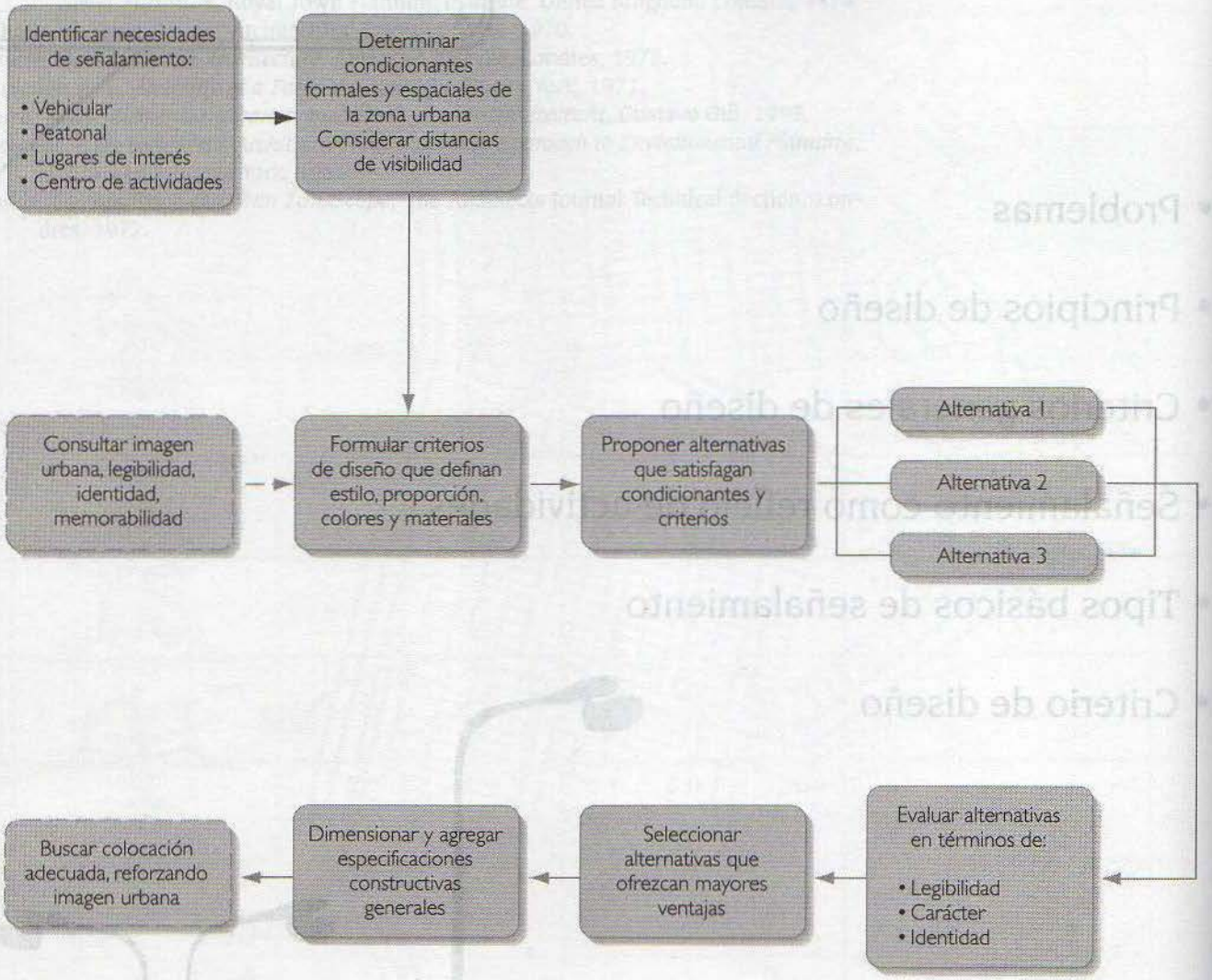
Deparment of City Planning, *Proposed City Wide Plan*, California, 1972.
Deparment of Environment, Welsh Office, *The Design of Streets and Other Spaces*, Her Majesty's Stationary Office, Londres, 1973.
Design Council, *Designing Against Vandalism*, Van Nostrand, Nueva York, 1976.
_____, *Street Ahead*, Royal Town Planning Institute, United Kingdom, Londres, 1979.
_____, *Street Furniture*, Royal Town Planning Institute, United Kingdom, Londres, 1978.
Gibbert, E., *Town Design*, Architectural Press, Londres, 1970.
Laurie, M., *Landscape Architecture*, American Elsevier, Londres, 1975.
Rutledge, A. J., *Anatomy of a Park*, McGraw-Hill, Nueva York, 1971.
Serra, Josep, *Elementos urbanos, mobiliario y microarquitectura*, Gustavo Gili, 1999.
Simonds, J. O., *Landscape Architecture: An Ecological Approach to Environmental Planning*, McGraw-Hill, Nueva York, 1961.
Tandy, C., *Handbook of Urban Landscape*, The Architects Journal Technical Section, Londres, 1972.

15

Señalamiento

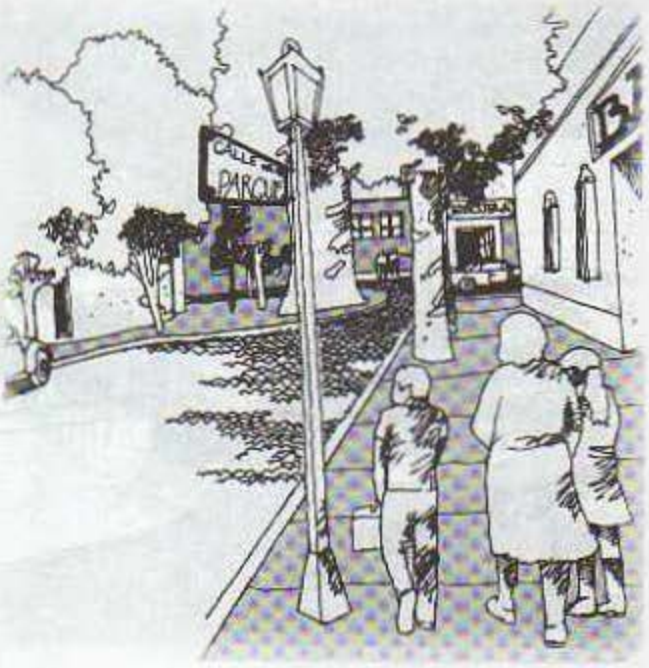
- Problemas
- Principios de diseño
- Criterios generales de diseño
- Señalamiento como reflejo de actividades
- Tipos básicos de señalamiento
- Criterio de diseño

METODOLOGÍA DE DISEÑO: SEÑALAMIENTO



El exceso de información y la baja calidad gráfica dificulta el objetivo de los mensajes.

Mantener, congruentemente, la expresión gráfica del señalamiento con la arquitectura y utilizarla para reforzar el carácter del lugar.



PROBLEMAS

La carencia de señalamiento adecuado crea confusión visual y pérdida de tiempo en encontrar las actividades que se buscan.

El exceso de señalamiento provoca el caos en cuanto a información y destruye (visualmente) el paisaje urbano.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

El señalamiento refleja la expresión del individuo y la identidad de una comunidad. Deberá ofrecer la libertad de expresar la personalidad individual de brindar al público servicios o productos. Podrá ser controlado en el sentido de que la expresión individual se toma de la comunidad, dándole elementos visuales comunes que, en conjunto, refuercen el carácter del lugar.

Los recursos del señalamiento deberán ser *distintivos* del tipo de actividades que representan o anuncian, diferenciando, por medio del color, iluminación y materiales, los diversos productos o servicios, con el objeto de hacer fácil y rápida la comunicación de su información.

El señalamiento deberá ser compatible con el medio natural y con el clima.

Para cumplir mejor con sus propósitos, el señalamiento deberá ser legible en las circunstancias en que es visto. La efectividad de cualquier anuncio está en función de la dinámica visual del observador, ya sea que esté en movimiento o circulando lentamente, como en el caso del peatón.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Amenidad

El concepto de amenidad, en el diseño de representación gráfica no está totalmente controlado por el gobierno, que sólo se ocupa de emitir restricciones en cuanto a la seguridad, la salud y la moral del peatón, en general. De aquí que quede en manos del público su regulación, que con su reacción como comprador o usuario de servicios accederá a ellos con mayor o menor frecuencia.

La competencia de mercado propicia que los anunciantes pongan poca atención al efecto de sembrar secuencias de anuncios, que resultan amenos al peatón, como un fenómeno de paisaje urbano. Será el diseñador urbano el responsable de manejar este concepto lo mejor posible, de acuerdo con bases de escala, proporción, localización, color, material, contraste, estética y demás; evitando además localizarlos cerca de lugares con interés turístico o monumentos históricos, que se verían afectados por el abuso del anuncio, y más bien buscando enfatizar su uso en áreas o calles comerciales, en las que hay pocas alternativas visuales interesantes.

Legibilidad

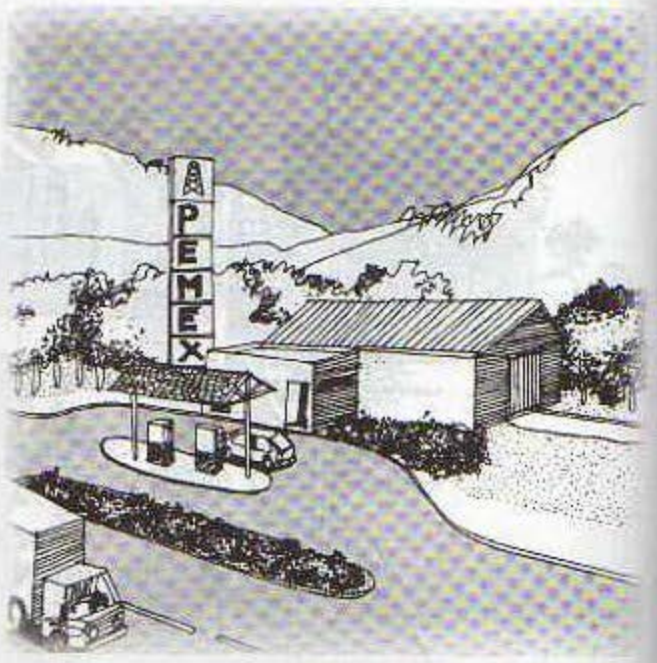
El señalamiento debe resultar cómodo y efectivo, reconociendo los límites de lo que una persona puede ver y recordar cuando va en algún vehículo o caminando. Es función del diseño determinar el tamaño de letras y el número de partidas de información que le son comunicadas al peatón o conductor, cuando se traslada por una calle o carretera.

Agrupar el señalamiento para que pueda ser fácilmente localizado y exponerlo, de tal manera que sea legible a primera vista.

Identidad

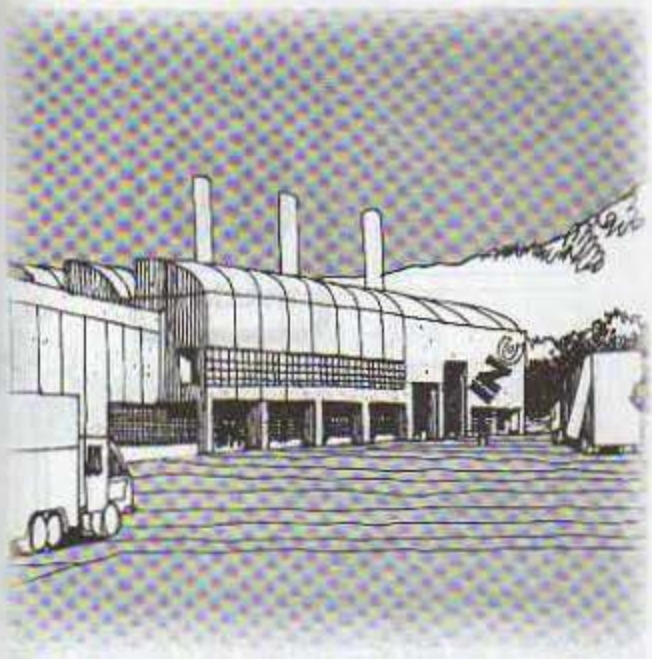
El sistema de señalamiento debe permitir a los transeúntes expresar su concepto de identidad, manipulando varios elementos de diseño, tales como el estilo de letra o el uso de símbolos, siempre buscando compatibilidad con el carácter del área en estudio. Por ejemplo, una comunidad puede desear distinguirse por la restricción del uso del gas neón o la iluminación en un solo color. Otra comunidad puede recortar la escala de sus anuncios reduciendo un 40% el área de base (campo) de sus letreros y éstos al mínimo legible en altura. Una tercera puede desear el uso de banderas heráldicas, para reforzar cierto orgullo de una etnia o una región no sólo en las plazas, sino en todos los usos de representación gráfica.

El señalamiento debe trasmitir el producto y la intención de su comercialización.



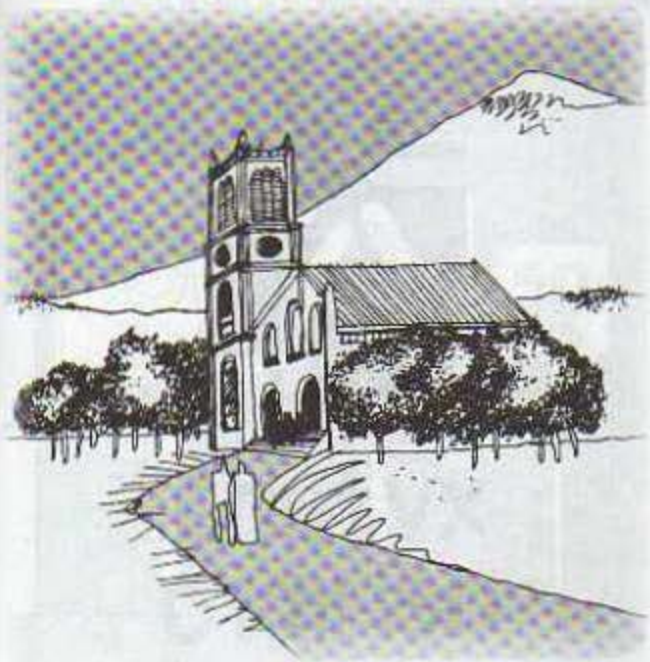
Carácter

El señalamiento deberá interpretar y reforzar el carácter urbano del área circunvecina, utilizando para ello estilos, tamaños y colores de letras que trasmitan su



El grafismo del señalamiento debe estar acorde con el tipo de actividad o empresa.

En edificios institucionales, con una arquitectura definida, el señalamiento debe quedar integrado al edificio.



mensaje con efectividad al observador. Se usa el señalamiento para definir usos del suelo o para indicar recorridos o ciertos espacios urbanos.

Existen algunas áreas urbanas designadas como especiales para el control de señalamiento, tales como zonas de carácter histórico o áreas escénicas. El señalamiento en ellas se controlará con una mayor restricción, sobre todo el diseño, para enfatizar la calidad espacial del sitio.

SEÑALAMIENTO COMO REFLEJO DE ACTIVIDADES

El sistema de señalamiento debe facilitar encontrar una actividad particular en el medio urbano.

Para fines de señalamiento, las actividades se pueden agrupar en tres grandes géneros.

- **Comercial:** Categoría que incluye sitios de venta al menudeo, transportación, gasolinerías, negocios y servicios de recreación.
- **Industrial:** Incluye todo lo relativo a manufacturas y elaboración de productos.
- **Institucional:** Incluye bancos, seguros, servicios médicos, legales, educativos, comunitarios, religiosos, cívicos, organizaciones, congregaciones, dependencias de gobierno, servicios culturales, agricultura, pesca y forestación, además, las de carácter privado como clubes, etcétera.

Si el carácter del señalamiento para un determinado tipo de actividades es similar, es decir, destaca la distinción entre un banco, una escuela o una biblioteca (todos calificados como instituciones), éstos podrían usar el fondo blanco para la iluminación de sus letreros, o bien, sumergir las luces en superficies opacas, con lo que ayudarían a un motorista a diferenciarlas de otras actividades.

Normas y requerimientos

Dimensiones del señalamiento

Las señales de las calles deberán cubrir ciertos requisitos, como ser legibles desde el interior de un automóvil. El tamaño de las letras se basará en el an-

cho de la carretera o calle y la velocidad permitida para el tránsito, según se muestra en la tabla que aparece en la página 393.

Líneas de señalamiento

Un sistema de señalamiento controla el total de información que cada anuncio puede comunicar, lo cual es materia también de las líneas o partidas de información (partida de información definida como: símbolo, línea, forma o plano quebrado), del tamaño, altura y localización del señalamiento.

De acuerdo con la experiencia, el máximo de partidas de información que un conductor puede comúnmente asimilar, de cualquier señalamiento son 10. Sólo en el caso de que el nombre de un establecimiento fuese muy largo se permitirán 15, siempre y cuando se encuentren contenidos en un anuncio con un solo estilo de letrero. Por ejemplo, los bancos y compañías aseguradoras son actividades que podrían necesitar más de 10 líneas.

Los letreros colocados a menos de un metro del suelo no se consideran como líneas de información, como tampoco las letras menores de 50 cm que están adheridas a los muros de un edificio, cuando no estén iluminadas especialmente, cuando no estén fabricadas de material brillante, cuando su color no contrasta con el acabado del edificio o porque las letras no excedan de 2.5 cm de espesor.

Como una línea de información deberán contarse los anuncios labrados en el muro o sostenidos de otra manera, que contengan planos quebrados o formas irregulares combinadas.

TIPOS BÁSICOS DE SEÑALAMIENTO

El señalamiento se clasificará más fácilmente de acuerdo con la forma en que esté sujeto:

1. Adheridos a la pared.
2. Sujetos con postes u otros soportes a tierra, siempre independientes de un edificio.
3. Proyectados fuera de la construcción en ángulo de 90°.
4. Sobre la cubierta o bajo la cumbrera del edificio.

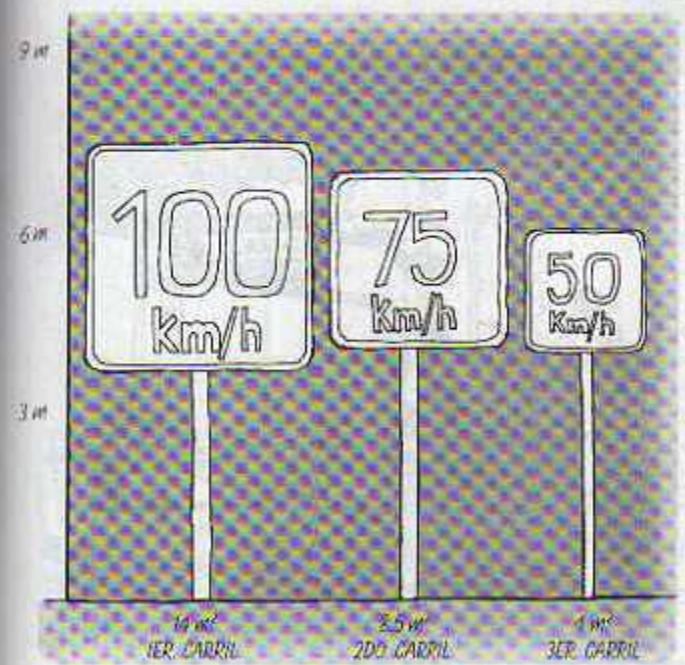
A continuación se describen estos tipos de señalamiento y se ofrecen algunos ejemplos.

El señalamiento vial debe ser sencillo para que el conductor pueda percibirlo con un golpe de vista.

Deberá pugnarse porque el señalamiento comercial tenga calidad gráfica y quede integrado visualmente al espacio urbano.

El señalamiento adherido a la pared, es más efectivo cuando se reserva una banda del edificio para tal fin.

El señalamiento sujeto a tierra, se emplea con frecuencia para trasmitir mensajes a los conductores. La velocidad y el número de carriles determinan la altura y el tamaño del señalamiento.



1. Adheridos a la pared

La proporción entre las dimensiones del señalamiento y el tamaño del muro debe ser estudiada cuidadosamente, pues dependerá en mucho del carácter del lugar en el que estará colocado el señalamiento.

La localización más recomendable para el letrero, es aquella porción del edificio que presenta un área continua sin interrupción de ventanas o puertas. Una vez seleccionada, se procede a trazar un rectángulo imaginario sobre la fachada, especificando sus limitaciones en altura y obteniendo el área en m^2, procediendo a delimitar su tamaño máximo con base en los siguientes criterios:

- El señalamiento puede ser exhibido por cualquier tipo de establecimiento y en cualquier tipo de área circundante.
- En áreas comerciales o industriales el señalamiento podrá ocupar hasta 40% del área disponible, y el señalamiento para actividades institucionales podrá ocupar hasta 30% del área de anuncios.
- En áreas rurales con actividades institucionales o residenciales, el señalamiento deberá tener como máximo 20% del área anunciable.
- Si el señalamiento consiste en una caja de exposición, su área total se computará sumando ambas caras del anuncio y no deberá ser mayor de los porcentajes mencionados.
- Ningún señalamiento deberá localizarse cubriendo partes de la arquitectura del edificio al cual se adhiera. Por ejemplo: sólo letreros formados con letras individuales podrían sujetarse a balcones. Los anuncios de caja nunca deberán sujetarse a columnas o en el intercolumnio (distancia que separa dos columnas horizontalmente).
- Ningún señalamiento gráfico deberá sobresalir de la línea del techo del edificio sobre el cual está sujeto.
- La altura de cajas de anuncios o letreros individuales, formados con letras recortadas localizadas en el espacio entre ventanas, no deberá exceder dos tercios de la distancia tomada entre el tope y lo más bajo de la siguiente ventana (en sentido vertical).
- El señalamiento pintado sobre el edificio puede ser permitido.

2. Señalamiento sujeto a tierra

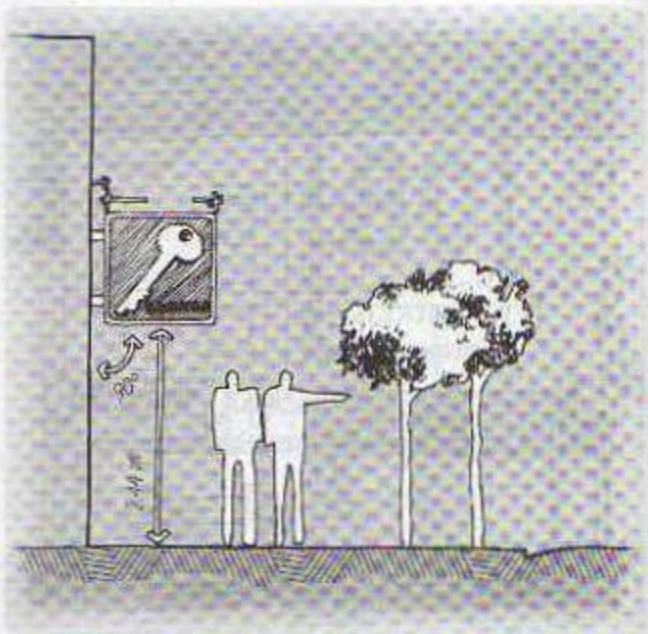
Cualquier establecimiento, dedicado a cualquier actividad, podrá exponer dentro de su área circundante un señalamiento sujetado a tierra siempre y cuando: *a*) no obstaculice la circulación peatonal o el estacionamiento, y *b*) si el edificio se localiza 12 m atrás de una curva o detrás de un elemento que obstruya su percepción, se regirá su uso con base en los siguientes criterios:

- El señalamiento gráfico mayor de 0.50 m^2 se localizará, por lo menos, 30 m separado del observador.
- Siempre será permitido exhibir como máximo 10 líneas de información, obviamente el ideal es un uso extensivo de símbolos e imágenes.
- Excepto por razones de topografía o carreteras con curvas, las alturas y tamaños recomendados en la tabla siguiente no deberán excederse.
- Cuando la altura del letrero es mayor de 6 m del suelo, sólo permitirá su localización en carreteras con velocidades de 66 km/h o más.
- Los señalamientos gráficos de tamaño gigantesco, localizados fuera del área destinada a anuncios, no deberán ser mayores de 100 m^2. Por ejemplo, los señalamientos que sirvan para identificar un centro comercial desde las vías rápidas.
- En el caso anterior, sólo se deberán autorizar cinco líneas de información para no distraer al observador. Este tipo de anuncios se podrían localizar 166 m atrás del primer plano. En plantas industriales modernas y ciertas instituciones, el señalamiento a veces se hace con base en letras individuales (sin fondo) fabricadas en material sólido.

3. Proyectados fuera de la construcción en ángulo de 90°

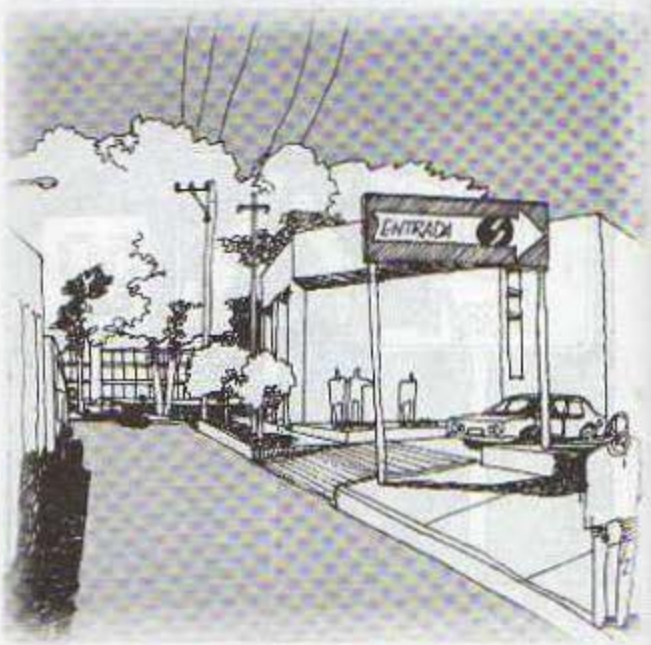
Este tipo de señalamiento podrá ser expuesto por cualquier establecimiento comercial o institucional, siempre y cuando se localice sobre una calle cuya velocidad máxima permitida sea de 60 km/h, que cuente con una banqueta y esté sujeta a la norma siguiente:

- El señalamiento deberá salvar una altura mínima de 2.44 m del nivel de piso, terminado en banquetas.



El señalamiento proyectado fuera de la construcción, es frecuentemente utilizado en banquetas de centros comerciales; sin embargo, deberá cuidarse que éste no compita visualmente con el señalamiento adherido.

Debe procurarse que el señalamiento no sea un obstáculo visual que se interponga con la arquitectura, manteniendo la efectividad de trasmitir un mensaje.



Dicho señalamiento no deberá proyectarse más allá de 1.22 m del parámetro del edificio o un tercio del ancho de la banqueta.

Su sistema de sujeción a la pared no deberá exceder de 15 cm.

Los señalamientos deberán proyectarse en ángulo de 90° con la pared. La proyección del señalamiento en la esquina del edificio debe quedar prohibida.

4. Sobre la cubierta (o bajo la cumbrera)

Este tipo de señalamiento generalmente es leído desde muy lejos. Si se localiza a 6 m del piso y abajo de la línea de cumbrera funcionará de manera identica al señalamiento adherido a muros.

Factores de diseño para elementos básicos

Número de carriles	*Velocidad* (km/h)	*Tiempo de reacción* (seg.)	*Distancia recorrida durante el tiempo de reacción* (m)	*Altura de la letra* (cm)	Área total del anuncio (m^2)	
					Comercial/ industrial	*Institucional/ residencial/rural*
2	10	8	58	10	0.75	0.55
	20		116	18	2.32	16.50
	25		174	25	4.64	3.30
	40		234	35.5	9.28	6.54
4	10	10	73	10	0.75	0.55
	20		146	22.5	2.75	2.60
	25		219	33	6.89	5.94
	40		292	43	13.92	9.84
6	10	11	80	12.5	1.20	0.92
	20		160	22.5	2.25	2.60
	25		240	35	9.28	6.54
	40		320	48	16.11	12.44
Supercarretera (autopista)	80	12	352	53	21.34	15.04

Fuente: W. Ewald, *Street Graphics*, pp. 52-53.

CRITERIO DE DISEÑO

Deberá procurarse adoptar y seguir normas de señalamiento que tiendan a uniformar la calidad y el tamaño del anuncio, para crear un orden y limpieza visual en el espacio urbano.

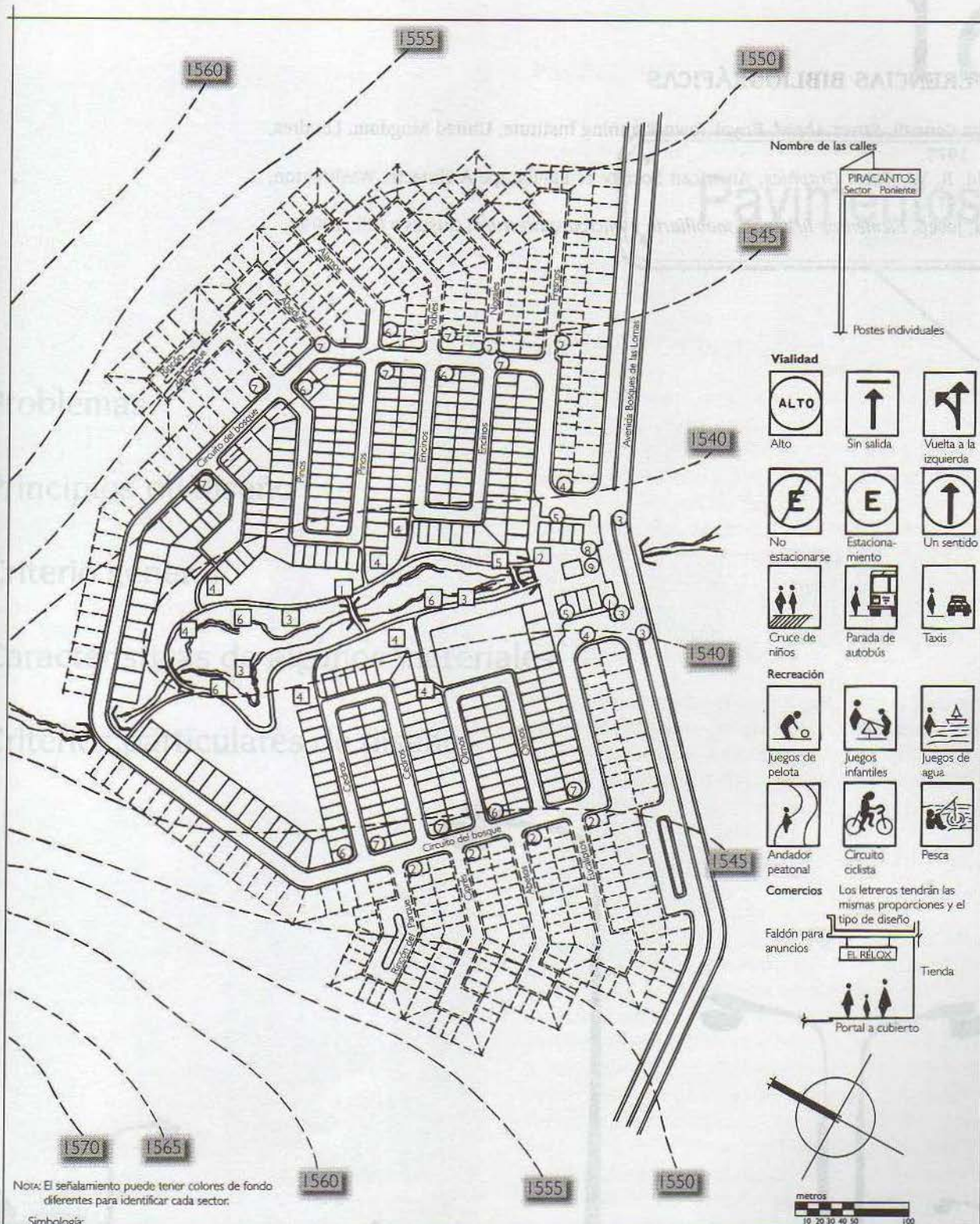
Muchas veces con simplificar las letras del anuncio y buscar imprimirle un simbolismo referente a su contenido resulta más efectivo para trasmitir el mensaje a los transeúntes, que aquellos con muchas líneas y tamaños de letras. Sin embargo, también hay que evitar la profusión de símbolos, tanto como la abundancia en tamaños de letras, pues ambas crean confusión visual.

El diseñador debe analizar el espacio (calle o plaza) en donde irán los anuncios, para determinar la relación de éstos con la arquitectura y el carácter del lugar. En una ciudad, diferentes zonas urbanas podrían ayudar a distinguirse de las demás para conservar su propio carácter, si las características de los anuncios se piensan en función de su arquitectura, cualidades del espacio y gusto de los residentes.

El señalamiento debe reflejar la "imagen" de la zona urbana, de manera que refuerce el lenguaje visual y sirva para orientar al usuario de los espacios. Por ejemplo, si nuestro proyecto urbano se encuentra dentro de una zona céntrica colonial, o bien si utilizamos elementos formales y visuales de arquitectura colonial en un nuevo proyecto, entonces seleccionaremos que los tamaños, colores, tipo de letra y simbología empleada en el señalamiento para reflejar esta imagen colonial, es decir, el diseñador puede reforzar con el señalamiento, la imagen urbana existente; o bien en caso que sea un proyecto sin nexos con el pasado o con el contorno inmediato, entonces el diseñador deberá de fabricar una "nueva" imagen (en arquitectura, señalamiento, mobiliario, paisaje y demás) para que los usuarios o compradores/residentes se identifiquen con ella.

Ejemplo característico del caos visual que propicia la confusión de anuncios.

Al reglamentar la colocación y el tipo de señalamiento se obtiene limpieza visual que facilita la lectura.



Nota: El señalamiento puede tener colores de fondo diferentes para identificar cada sector.

Simbología:

Vialidad			Recreación		Calles
(1) Alto	(5) Estacionamiento	(9) Taxis	[1] Juego	[1] Andador	Nombre de calles en todos los cruces
(2) Sin salida	(6) Un sentido		[2] Juego	[2] Circuito ciclista	
(3) Vuelta	(7) Cruce peatonal		[3] Juego	[3] Pesca	
(4) No estacionarse	(8) Autobús				

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"			
PLANO: SEÑALAMIENTO			No. DE PLANO: 10
PROYECTO: JAN BAZANT	APROBO: J.B.	ESCALA: 1:1000	CLAVE: P U
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Design Council, *Street Ahead*, Royal Town Planning Institute. United Kingdom, Londres, 1979.

Ewald, R. W, *Street Graphics*, American Society of Landscape Architects, Washington, 1971.

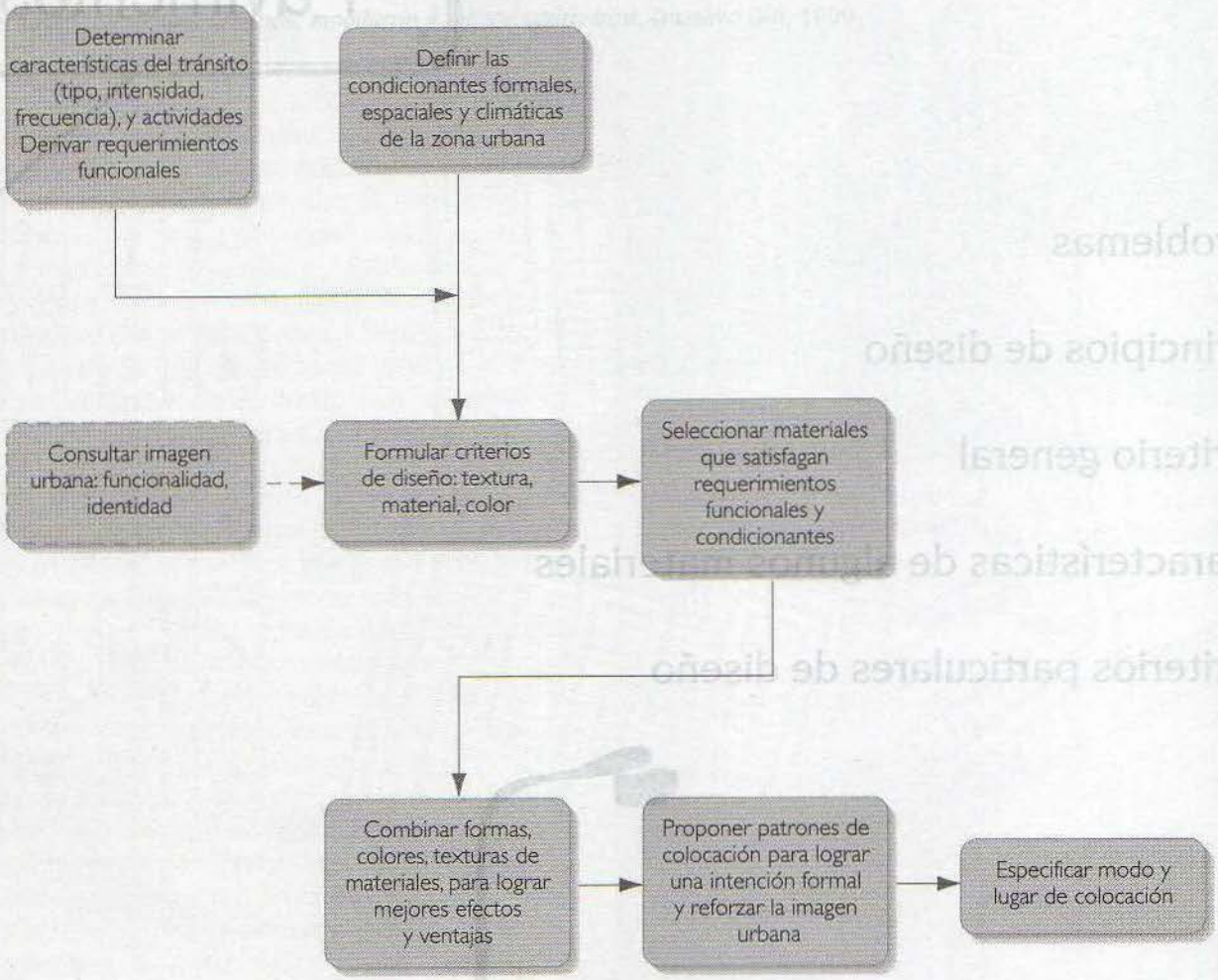
Seitz, Josep, *Elementos urbanos, mobiliario y microarquitectura*, Gustavo Gili, 1999.

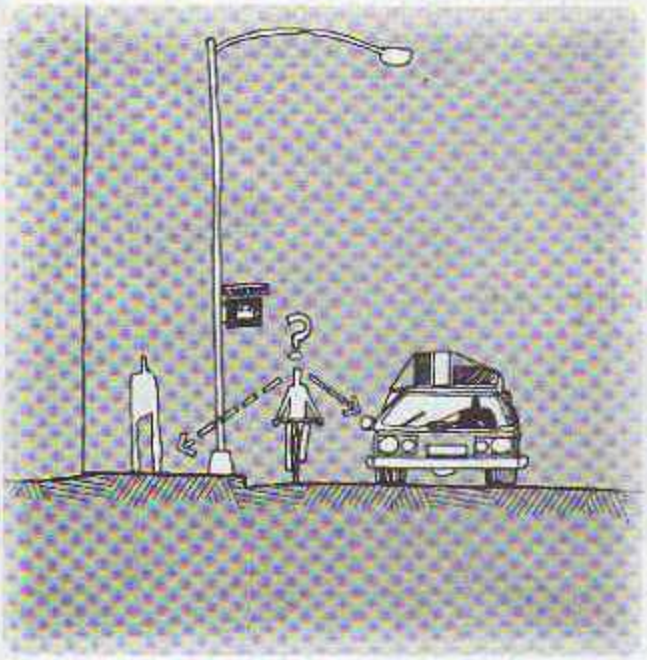
16

Pavimentos

- Problemas
- Principios de diseño
- Criterio general
- Características de algunos materiales
- Criterios particulares de diseño

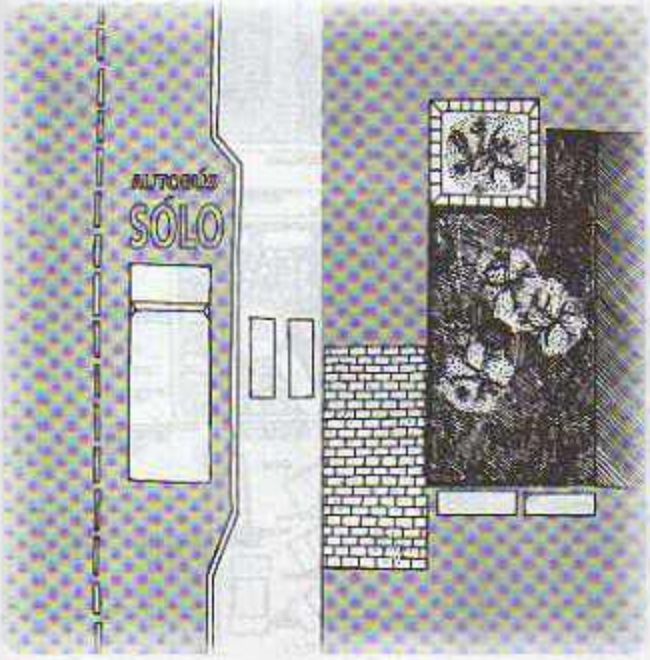
METODOLOGÍA DE DISEÑO: PAVIMENTOS





La similaridad del tratamiento de pavimentos resulta monótona y causa confusión visual, pues no se marca una diferencia entre distintas modalidades de circulación.

El tratamiento de pavimentos debe cumplir con las exigencias funcionales y estéticas para el tipo de circulación a que estará sujeto.



PROBLEMAS

Si la superficie pavimentada es uniforme y no realza y enriquece las cualidades del espacio urbano, causa monotonía e indiferencia.

Cuando no hay intencionalidad en el empleo de diversos pavimentos para distinguir diferentes tipos de circulación, ocasionan confusión y ambigüedad a los transeúntes y a los automovilistas.

PRICIPIOS DE DISEÑO

El pavimento posee una cualidad funcional que, dependiendo de sus características físicas de forma, tamaño, dureza, permeabilidad o rugosidad, puede enfatizar los diferentes tipos de circulación y actividades que hay en la ciudad. El pavimento también posee la cualidad estética de producir la sensación de agrado o amabilidad, por lo que debe utilizarse para embellecer el espacio urbano.

CRITERIO GENERAL

La *textura* del piso es un elemento visual esencial del paisaje urbano, por su importancia de imprimir un atributo estético a las plazas, paseos públicos y banquetas. Los cambios de tratamiento sugieren dirección y movimiento, que deben ser utilizados para *orientar* la circulación de los usuarios.

Una selección adecuada de materiales, debe reforzar el *carácter* del espacio público y su *identidad* con respecto a otros espacios.

Al utilizar diversos materiales de pavimentos se logra interés visual, lo cual sirve para *enfatizar o resaltar* algún punto focal o alguna actividad.

En plazas o áreas de descanso deben emplearse pavimentos con texturas, o bien, imprimirles un patrón (como petatillo) con objeto de hacerlos atractivos visualmente. También puede experimentarse con diversos pavimentos o patrones para marcar desniveles y los distintos usos de la plaza, por ejemplo, podría zonificarse en áreas para juegos, para descanso con bancas y arriates, circulaciones, fuentes y puntos focales, es decir, con base en las cualidades de los materiales, habría que diseñar propiamente cada parte de la plaza, según las particulares exigencias visuales o funcionales a las que estará sujeta.

CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS MATERIALES

Asfalto y concreto

El asfalto y el concreto sugieren movimiento rápido. Carecen de textura. Dan la impresión de frialdad y monotonía. Son adecuados para la circulación vehicular.

Grava

Este material tiene mucha textura. No es compacto, por lo cual dificulta la circulación. Da la impresión de variedad en pequeñas superficies en las que se aprecia su textura, y provoca monotonía en grandes superficies. Es adecuada para áreas de descanso.

Piedra

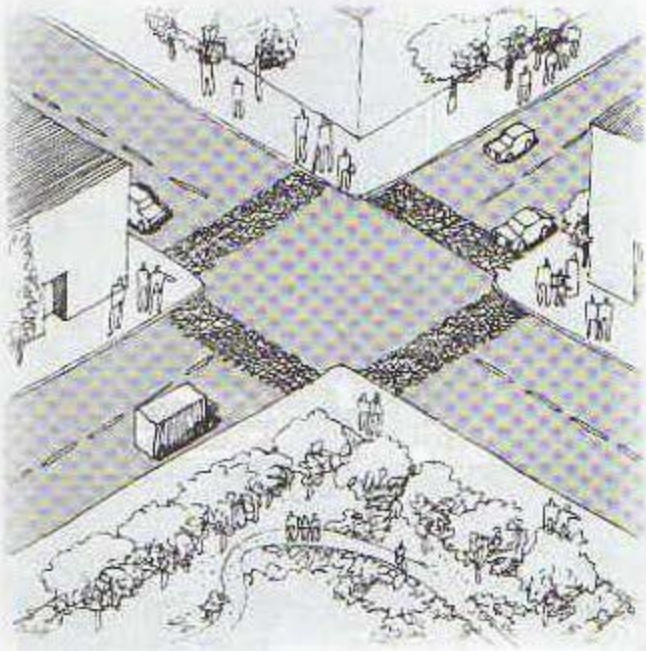
La piedra sugiere circulación lenta de vehículos y dificulta la circulación peatonal. Tiene mucha textura. Da la impresión de tranquilidad y recogimiento. Puede ser monótona en grandes extensiones.

Tabique

El tabique proporciona altas cualidades estéticas y facilita la identificación de áreas para circulación peatonal. Tiene muchas posibilidades de textura, por lo que resulta adecuado en áreas recreativas, tales como parques y plazas. Da la impresión de recogimiento y calidez.

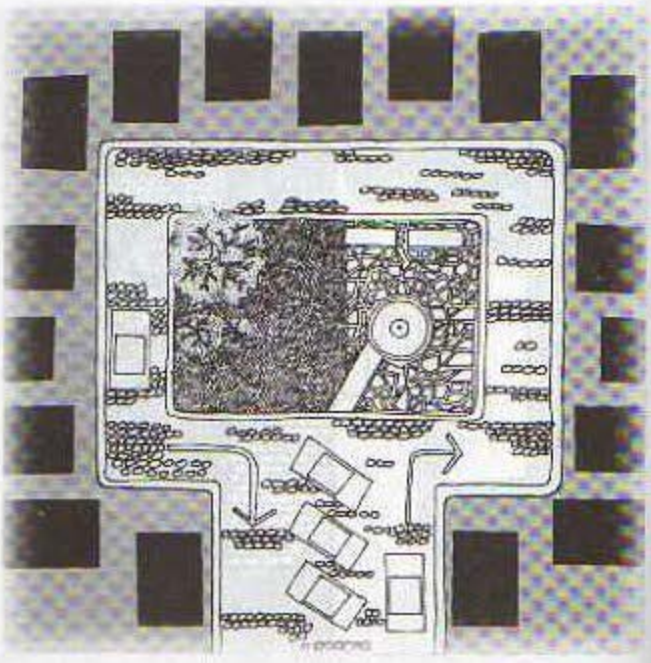
El criterio básico es mantener una consistencia en la aplicación de materiales de pavimentos. Un exceso en el tipo de materiales en pavimentos puede crear confusión visual.

Cada actividad humana en un espacio urbano requiere de un tipo específico de pavimento, de tal manera que el usuario puede leer visualmente la actividad por el tipo de pavimento, generándole un claro sentido de ubicación y pertenencia. Por ejemplo, una plaza puede tener pavimentos texturizados y de color (adocreto, canteras) que son cálidos a la vista y confortables para caminar; o bien en una zona residencial que deba tener circulación lenta podría proponerse materiales pétreos (piedra bola) la cual obliga un tránsito lento y ofre-



Un cambio de textura en la intersección de una calle, anuncia visualmente, que los vehículos deben disminuir su velocidad y estar atentos al cruce de peatones.

Texturizar una calle obliga a una circulación lenta, creando un ambiente agradable y de recogimiento.



ce una sensación de tranquilidad. Por otro lado una zona comercial de gran actividad puede incluir materiales asfálticos, concretos o mármoles pues son lisos y no distraen la atención de las vitrinas o aparadores comerciales, al mismo tiempo que procuran facilidad en los desplazamientos.

Tabla de comparación de los materiales para tratamientos de pavimentación

Tipo de pavimento	Calidad			Características		
	Estética visual	*Funcional peatonal*	*Funcional vehicular*	*Durabilidad*	*Costo*	*Mantenimiento*
Arena	○	●	○	Baja	Bajo	Alto
Grava fina	○	○	●	Media	Bajo	Medio-Alto
Pasto	○	○	●	Baja	Alto	Alto
Agua	○	●	●	Baja	Alto	Alto
Empedrado	○	●	●	Alta	Alto	Bajo
Tabique	○	○	●	Alta	Alto	Medio
Laja	○	○	●	Alta	Medio	Bajo
Concreto	●	●	○	Alta	Alto	Bajo
Asfalto	●	●	○	Alta	Bajo	Bajo

CRITERIOS PARTICULARES DE DISEÑO

Piedra

La piedra ofrece una durable superficie con un mínimo de mantenimiento, y básicamente se coloca de dos formas:

Piedra regular. Superficies para caminar o para tránsito lento de vehículos. Posibilidad de lograr buenos patrones de textura.

Piedra bola. Superficie para tránsito vehicular lento. Para áreas de descanso con poco tránsito peatonal. Superficie texturizada. Al colocarse piedras juntas o en bordes, pueden guiar efectivamente y/o desalentar el tráfico peatonal.

La piedra natural se puede encontrar en diferentes formas: pizarra, granito, cuarcita, mármol y piedra de arena. De éstas el granito es el de mayor uso y más común como material para pavimentar. Se encuentra en diferentes colores: rosa, beige, gris y negro.

Generalmente la piedra se usa para banquetas y otros usos peatonales, que requieren una superficie libre y lisa. Para satisfacer estos requerimientos la piedra deberá ser utilizada en trozos largos y con cortes perfectamente regulares, en forma de ladrillos o en forma de piedra bruta.

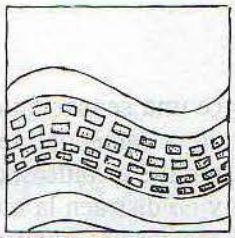
La dificultad de conducir por un pavimento de piedra bola, hace que un conductor se dé cuenta de que constituye una superficie destinada a estacionamiento. La diferencia de pavimentación determina el inicio de su funcionalidad.

Los pavimentos de baldosas de piedra natural o artificial, cerámica, gres, xilolita, asfalto, etc., son fáciles de limpiar, pero son fríos y duros a la pisada. En cambio, los pavimentos de piedra natural como caliza, pizarra y piedra arenisca se emplean en superficie natural, son de mantenimiento más difícil, pero más cálidas y acogedoras a la pisada.

Su colocación es sobre un pequeño firme de cemento, junteado con mortero de cal y cemento de 25-35 mm de espesor, o bien, van asentados sobre una capa de tierra bien compactada y junteados con arena.

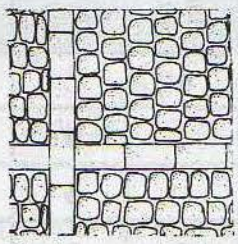
El tratamiento con una sola piedra puede resultar monótono, por lo que debe buscarse variedad con el junteo y disposición de las piedras.

Regular lisa

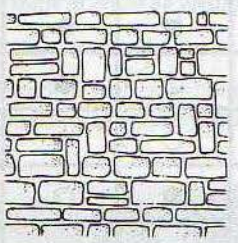

Ondulado

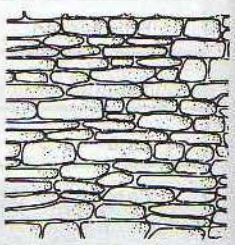
Abanico

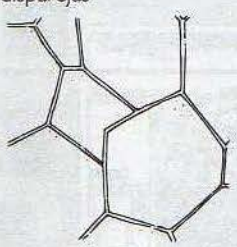
Círculos concéntricos

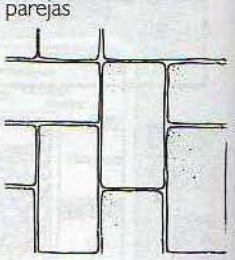

Regular con entrecalle

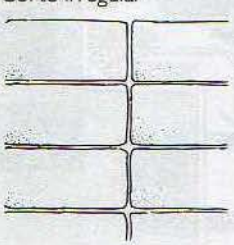
Irregular con entrecalle

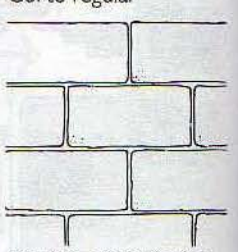

Irregular con hiladas disparejas


Irregular con hiladas parejas

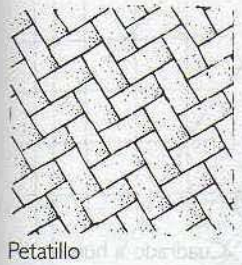

Corte irregular

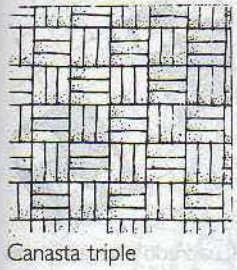

Corte regular

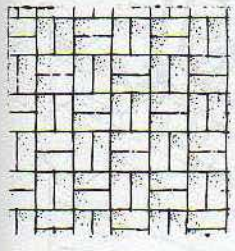

Esquinas concordantes


Esquinas discordantes

Tresbolillo diagonal

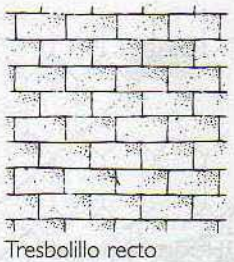

Petatillo

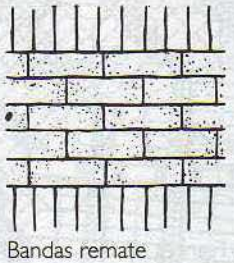

Canasta triple

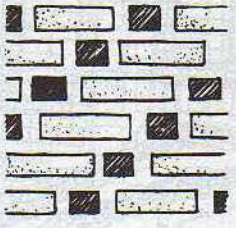

Canasta doble

Escobillado

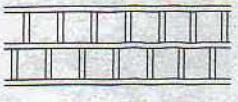
Entrecalles de piedra

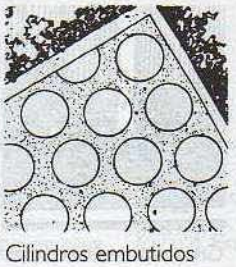

Tresbolillo recto


Bandas remate


Punta-largo

Juntas a hueso


Placas cuatrapeadas


Cilindros embutidos

Tabique

Éste es un material muy versátil. Se puede usar para pavimentar banquetas y plazas. También, alternativamente, se puede usar como tramo contrastante alrededor de superficies de concreto.

Para seleccionar el tabique, con propósitos de pavimentación, deberán considerarse cuatro factores: textura, color, tamaño y durabilidad.

Para usarse en áreas peatonales, los pavimentos de tabique deberán tener una superficie con textura resistente y antiderrapante. Los tabiques son fabricados en una amplia variedad de colores, aunque el común es el rojizo terracota.

Los tabiques producidos bajo alta presión tienen una superficie lisa con filos, esquinas y una fuerte superficie, resistente al deterioro y rompimientos. Son los mejores para pavimentos exteriores. El tabique se puede fijar sobre bases de arena o sobre firmes de concreto.

Se deben pavimentar los cruces de peatones con tabique, para enfatizar el uso de esas áreas e identificar y diferenciar las zonas peatonales de las vehiculares. Se recomienda que haya consistencia en la solución de los cruces peatonales con el fin de trasmitir al conductor el mensaje visual con el mismo contenido. Debe evitarse diversidad de soluciones que puedan crear confusión visual.

Concreto

Este material tiene la posibilidad de imprimir diversas texturas y color. También es un material fluido que puede ser colado en cualquier forma, además de ser adaptable a muchos usos.

La variedad de acabados que se le puede dar al concreto acrecienta la seguridad, facilita el flujo de todos los tipos de tránsito y puede proporcionar carácter y belleza al sitio.

Al concreto se le pueden aplicar diversas texturas y colores, mediante agregados de piedra a las superficies de concreto y mezclas de pigmentos. Además, se pueden aplicar patrones geométricos o estampados al material para dar apariencia de piedra, ladrillo o pavimento de azulejo, así como para formar patrones rectangulares o cuadriculados y superficies lisas o rugosas.

Los pavimentos continuos de concreto, por ser inelásticos, se deben dividir mediante juntas de dilatación en campos de 16 m^2.

Adocreto

El adocreto está constituido por piezas de concreto prensado de diversas formas, tamaños y colores, que se utilizan para pavimentación tanto vehicular como de áreas recreativas y peatonales.

La diversidad de formas se presta para lograr pavimentos de textura agradable. Su superficie es porosa, lo que lo hace agradable a la acción de caminar.

Al igual que las piedras, el adocreto se coloca sobre un terreno muy compactado al que se le vierte una cama de arena. Se nivela y se juntea con arena.

Este recubrimiento es para tránsito ligero. Aunque incialmente es caro, a la larga resulta costeable, porque al abrir cepas para instalaciones o reparaciones no se desperdicia material.

Asfalto

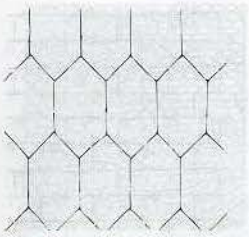
El asfalto proporciona la superficie dura más barata y la más común. Es ampliamente utilizado para calles, veredas, superficies de juego, patios y estacionamientos. Este uso indiscriminado del asfalto da un efecto de monotonía y frialdad, que tiende a deshumanizar la ciudad.

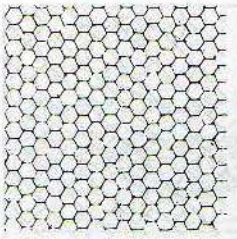
El asfalto es lo suficientemente durable como para que no necesite repavimentarse después de pasados 10 años. Es un material fluido que puede tener alta resistencia para soportar el peso de automóviles y de camiones.

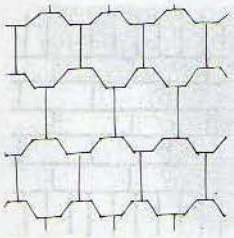
Grava

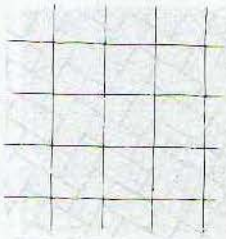
Es otro material pétreo relativamente barato. No siempre es recomendable para circulación peatonal, aunque ello depende del método de colocación y del tamaño de la grava.

La grava pequeña dificulta la acción de caminar y hace imposible el uso de la bicicleta y de juguetes con ruedas. Aunque la grava grande dificulta la acción de caminar, tiene la ventaja de permitir la filtración del agua a los mantos acuíferos, cosa que otros pavimentos no hacen, sino que más bien propician el escurrimiento del agua fuera de la zona. Por tanto, es deseable emplear grava cuando los suelos son permeables.

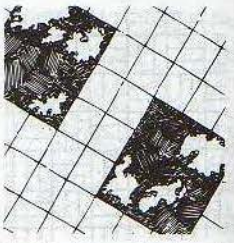

Hexagonal alargado

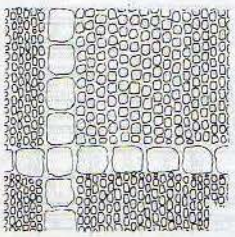

Hexagonal regular

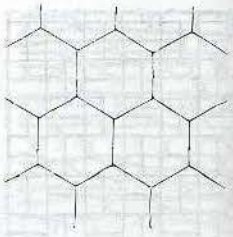

Francés

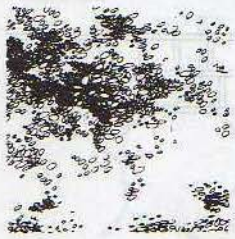

Cuadrado a hueso

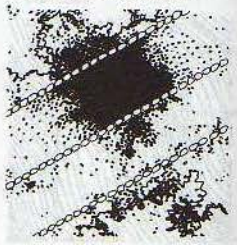
Cuadrado con entrecalles

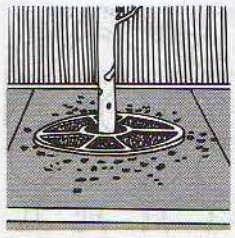

Cuadrado con jardineras

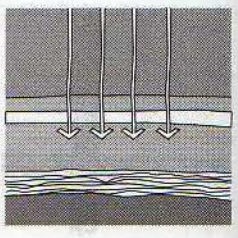

Guía de piedra

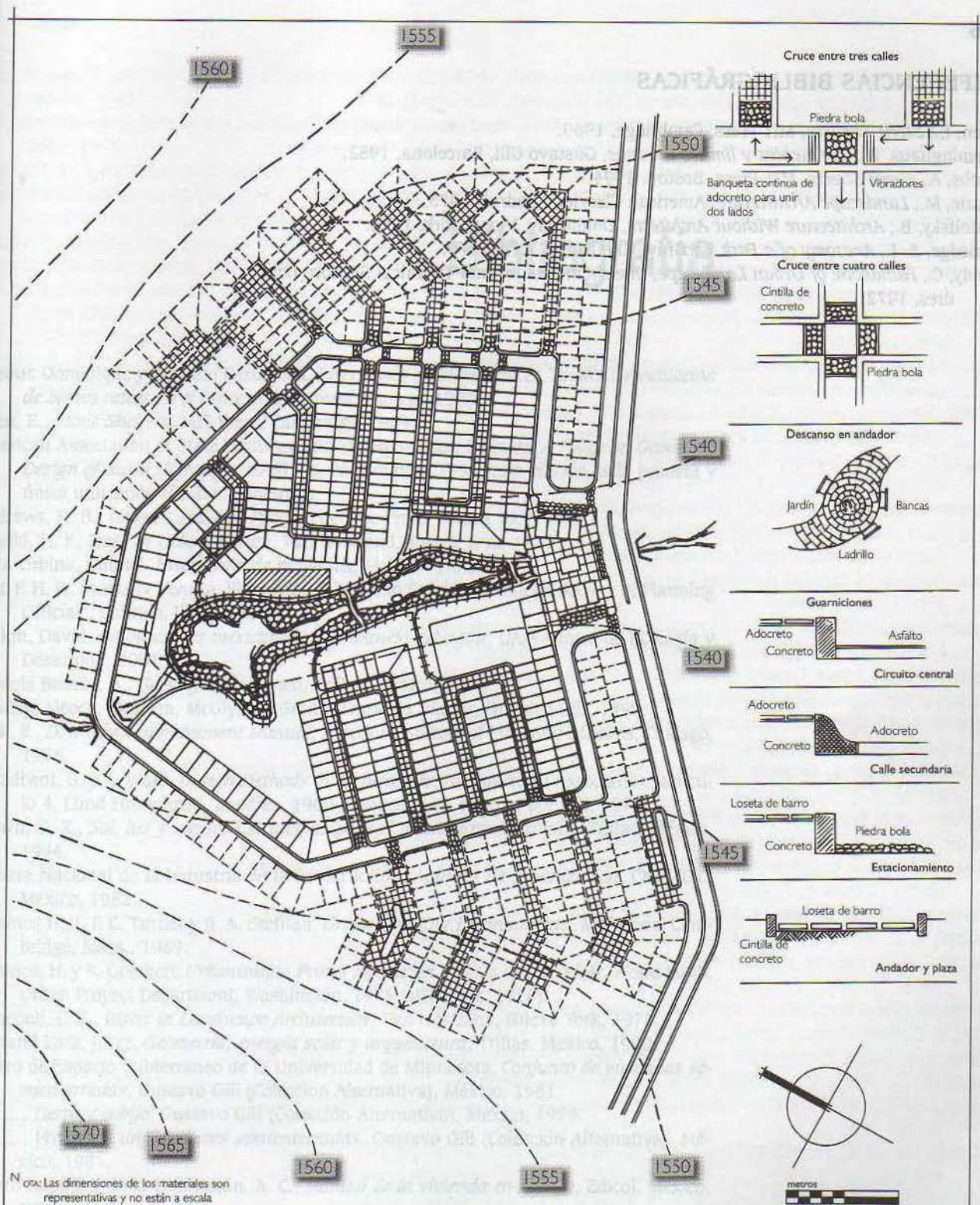

Hexagonal a hueso


Grava suelta


Grava con guías de piedras


Grava sobre banquetas


Grava para filtración de aguas



NOTA: Las dimensiones de los materiales son representativas y no están a escala

Simbología:

- Piedra bola
- Loseta de barro
- Asfalto
- Adocreto
- Cuerpo de agua
- Firme concreto

GRUPO PLANEACIÓN Y DESARROLLO S.A.

NOMBRE DEL PROYECTO: FRACCIONAMIENTO "LA CAÑADA"				
PLANO: PAVIMENTOS				No. DE PLANO: 11
PROYECTO: JAN BAZANT	APROBO: J. B.	ESCALA: 1:1000	CLAVE: P.U.	
DIBUJO: ABEL LARA	FECHA: ENERO 2003	ACOTACIONES: m	No. DE PROYECTO: V1-02	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, E., *Stone Shelters*, MIT Press, Cambridge, 1969.
Boeminghaus, D., *Pavimentos y límites urbanos*, Gustavo Gili, Barcelona, 1982.
Jacobs, A., *Great Streets*, MIT Press, Boston, 1994.
Laurie, M., *Landscape Architecture*, American Elsevier, Londres, 1975.
Rudolfsky, B., *Architecture Without Architects*, Doubleday, Nueva York, 1964.
Rutledge, A. J., *Anatomy of a Park*, McGraw-Hill, Nueva York, 1970.
Tandy, C., *Handbook of Urban Landscape*, The Architects Journal Technical Section, Londres, 1972.

Bibliografía

Achour, Dominique y Gonzalo Castañeda, *Inversiones en bienes raíces. Análisis y valuación de bienes raíces en el contexto mexicano*, Limusa, 1993.

Allen, E., *Stone Shelters*, MIT Press, Cambridge, 1969.

American Association of State Highway and Transportation Officials, *A Policy on Geometric Design of Rural Highways*, AASHTO, Washington, 1994 (esta edición es la primera y única utilizando el sistema métrico).

Andrews, R. B., *Urban Land Use Policy*, The Free Press, Nueva York, 1972.

Arnold, H. F., *Trees in Urban Design*, Van Nostrand, Nueva York, 1980.

Baca Urbina, Gabriel, *Evaluación de proyectos*, McGraw-Hill, 1995.

Bair, F. H. Jr., *Intensity Zoning*, Planning Advisor and Service, American Society of Planning Officials, Chicago, Ill., 1976.

Barkin, David, *Innovaciones mexicanas en el manejo del agua*, UAM-Centro de Ecología y Desarrollo, 2001.

Bassols Batalla, A., *Geografía de México*, Trillas, México, 1978.

Bentley, Alcock, Murrain, McGlynn y Smith, *Entornos vitales*, Gustavo Gili, 1999.

Berk, E., *Downtown Improvement Manual*, American Society of Planning Officials, Chicago, 1976.

Broadbent, G. y A. Ward, *Design Methods in Architecture*, Architectural Association, artículo 4, Lund Humphries, Londres, 1969 (publicado en español por Gili, 1973).

Brown, G. Z., *Sol, luz y viento: Estrategias para el diseño arquitectónico*, Trillas, México, 1994.

Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, *Apuntes de urbanización*, CNIC-ICIC, México, 1982.

Caminos H., J. F. C. Turner y S. A. Steffian, *Urban Dwelling Environments*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1969.

Caminos, H. y R. Goethert, *Urbanization Primer for Design of Sites and Services*, World Bank, Urban Proyect Department, Washington, 1975 (MIT Press, 1978).

Campbell, C. S., *Water in Landscape Architecture*, Van Nostrand, Nueva York, 1978.

Cantarel Lara, Jorge, *Geometría, energía solar y arquitectura*, Trillas, México, 1990.

Centro de Espacio Subterráneo de la Universidad de Minnesota, *Conjunto de viviendas semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

_____, *Tierra y cobijo*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1979.

_____, *Viviendas unifamiliares semienterradas*, Gustavo Gili (Colección Alternativa), México, 1981.

Centro Impulsor de la Habitación, A. C., *Manual de la vivienda en México*, Edicol, México, 1975.

Chapin, F. S., *Human Activity Patterns in the City*, Wiley, Nueva York, 1974.

_____, *Urban Land Use Planning*, Univ. of Illinois Press, Urbana, Ill., 1965.

Christiansen, M. L., *Park Planning Handbook*, Nueva York, 1977.

Clay, G., *Close up: How to Read the American City*, Praeger Publishers, Nueva York, 1973.

_____, *Water and the Landscape*, McGraw-Hill, Nueva York, 1979.
Clouston, B., *Landscape Design With Plants*, Van Nostrand, Nueva York, 1979.
Coss Bu, Raúl, *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, Limusa, 1996.
DDF, *Testimonios. Medio ambiente en la Ciudad de México 1994-1997*, Limusa-Noriega, 1997.
_____, "Ley de desarrollo urbano del DF", en *Reglamento de construcciones para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2000.
_____, *Reglamento de construcción para el Distrito Federal*, Trillas, México, 2000 (art. 18 minusválidos, Cap. III instalaciones aéreas y subterráneas, arts. 108-115 estacionamientos; transitorios: cajones).
De Chiara, J. y L. Koppelman, *Planning Design Criteria*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1969.
_____, *Urban Planning and Design Criteria*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1975.
_____, *Site Planning Standards*, McGraw-Hill, Nueva York, 1978.
Deffis, Armando, *La casa ecológica autosuficiente*, Árbol, 1994*a*.
_____, *Arquitectura ecológica tropical*, Árbol, 1994*b*.
Delgadillo Macías, Javier y Felipe Torres Torres, *Geografía regional de México*, Trillas, México, 1998.
Deparment of City Planning, *Proposed City Wide Plan*, California, 1972.
Deparment of Environment, Welsh Office, *The Design of Streets and Other Spaces*, Her Majesty's Stationary Office, Londres, 1973.
Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, *Manual de tratamiento de aguas negras*, Limusa, 1999.
Deparmento del Distrito Federal, *Normas de dosificación de equipamiento e infraestructura urbana*, tomo III (edición limitada), México, D. F., mayo, 1978.
Design Council, *Street Furniture*, Royal Town Planning Institute, Londres, 1978.
_____, *Street Ahead*, Royal Town Planning Institute, Londres, 1979.
Duncan, Mara, *Low cost urban sanitation*, Wiley, 1996.
_____, *Low cost sewerage*, Wiley, 1996.
Ewald, R. W., *Street Graphics*, American Society of Landscape Architects, Washington, 1971.
Fairweather, L. F. y Sliwa, *Metric Handbook*, The Architectural Press, Londres, 1971.
Favole, Paolo, *La plaza en la arquitectura contemporánea*, Gustavo Gili, 1995.
Finke, W., F. Popp, K. Schalhorn y H. Schmalscheidt III, *Bloques cerrados de viviendas*, Serie P + P, núm. 9, R. Gili, Barcelona, 1978.
Forrester, J., *Urban Dynamics*, MIT Press, Cambridge, 1969.
Gaines, R. L., *Interior Plantscaping*, Architectural Record, Nueva York, 1977.
García Chávez, Roberto y Víctor Fuentes Freixenet, *Viento y arquitectura*, Trillas, México, 1995.
García Márquez, Fernando, *Curso básico de topografía*, Árbol, 1994.
Gibbert, F., *Town Design*, Architectural Press, Londres, 1970.
Goyany, G., *Urban Planning for Arid Zones*, Wiley-Interscience, Nueva York, 1978.
Gruen, F., *The Heart of our Cities*, Simon and Schuster, Nueva York, 1964.
Harris F. y C. Dines, *Time Saver Standards for Site Planning and Landscape*, McGraw-Hill, 1996.
Harvard University School of Design, *New Communities: One Alternative*, Harvard University (inédito), 1978.
Heinrich, Dieter y Manfred Hergt, *Atlas de ecología*, Alianza Editorial, 1990.
Her Majesty's Stationary Office, *Development Plans*, Londres, 1970.
Hesselgren, S., *El hombre y su percepción del ambiente urbano*, Limusa, México, 1980.
Holokan, Charles, *Psicología ambiental. Un enfoque general*, Limusa, México, 1994.
Hough, Michael, *Naturaleza y ciudad*, Gustavo Gili, 1995.

Illuminating Engineering Society of North America. *Roadway Lighting*, IES, Nueva York, marzo, 1981.
Infante Villanueva, Arturo, *Evaluación financiera de proyectos de inversión*, Norma, Barcelona, 1995.
Ingels, J. E., *Landscaping: Principles and Practices*, Van Nostrand, Nueva York, 1978.
Institute for Municipal Engineering, *A Survey of Urban Arterial Design Standards*, American Public Work. Ass., Chicago, 1978.
Isard, W., *Location and Space Economy*, MIT Press, Cambridge, 1968.
Jacobs, Alan, *Great Streets*, MIT Press, 1994.
Jacobs, J., *The Death and Life of Great American Cities*, Vintage, Nueva York, 1961 (publicado en español por Península, Madrid, 1967).
_____, *The Economy of Cities*, Vintage Books, Nueva York, 1969.
Jacobs, N., "Tabla comparativa de usos urbanos y dosificación de servicios", en *Revista Arquitectura Autogobierno*, núm. 1, UNAM, México, 1977.
Jones, J. Ch., *Design Methods*, Wiley Interscience, Nueva York, 1976.
Juárez Badillo, Eulalio y Alfonso Rico Rodríguez, *Mecánica de suelos*, tomo I: Fundamentos, Limusa, México, 1997.
Katz, Peter, *The new urbanism, Towards an architecture of community*, McGraw-Hill, 1994.
Kaufman, J. E. y J. F. Christensen (comps.), *IES Lighting Handbook*, 5a. ed., Iluminating Engineering Society of North America, Nueva York, 1972.
Keeble, L., *Principles and Practice of Town and Country Planning*, The Estates Gazette, Londres, 1969.
Lacomba, Ruth, *Manual de arquitectura solar*, Trillas, México, 1990.
Land Economics Institute, *Modern Land Policy*, Univ. of Illinois Press, Chicago, 1960.
Lang, T. C. Burnette, W. Moleski y D. Vachon, *Designing for Human Behavior*, Hutchinson and Ross, Nueva York, 1974.
Lewis, D., *La ciudad: problemas de diseño y estructura*, Gustavo Gili, Barcelona, 1968.
Ley de desarrollo urbano del Distrito Federal, publicada en el *Diario Oficial* el 30 de diciembre de 1975.
Ley de desarrollo urbano del Estado de México, publicada en la *Gaceta del Gobierno* el 4 de abril de 1977.
Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, publicada en en *Diario Oficial* el 23 de marzo de 1971.
Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en en *Diario Oficial* el 26 de mayo de 1976.
López Ramos, Ernesto, *Geología general de México*, Trillas, México, 1993.
Lynch, K., *The Image of the City*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1960.
_____, *What Time is this Place*, MIT Press, Cambridge, 1972.
Marlowe, O. C., *Outdoor Design*, Crosby Lockwood Staples, Londres, 1977.
Martin, L. y L. March, *Urban Space and Structures*, Cambridge University Press, Cambridge, 1975.
McGowan, T. K., "All about Sources", en *Progressive Architecture*, septiembre, 1973.
Miller, Tyler, *Ecología y medio ambiente*, Grupo editorial Iberoamericano, 1994.
Moholy-Nagy, S., *Matrix of Man*, Praeger, Nueva York, 1963.
Moore, G. T., *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*, MIT Press, Cambridge, 1970.
Munson, A. E., *Construction Design for Landscape Architects*, McGraw-Hill, Nueva York, 1974.
Olgyay, V., *Design with climate*, Princeton University Press, Nueva Jersey, 1973.
Peavi, H., D. Rowe y G. Tchobanologous, *Environmental Engineering*, McGraw-Hill, 1988.
Peper, S., *Housing Improvement: Goals and Strategy*, Architectural Association (Lund Humphries), Londres, 1971.

Peters, P., *Casas en hilera*, Serie P + P, núm. 8, B, Gili, Barcelona, 1978.
_____, *Edificios plurifamiliares*, Serie P + P, núm. 14, Gili, Barcelona, 1979.
Plouts, R. W., *The Techniques of Urban Economic Analysis*, Chandler Davis, Nueva Jersey, 1970.
Plan general del plan director para el desarrollo urbano del Distrito Federal, publicado en la *Gaceta Oficial* del DDF en noviembre de 1976.
_____, *Sol y diseño*, Maracombo, Barcelona, 1976.
_____, *Human Aspects of Urban Form*, Pergamon Press, Nueva York, 1977.
Rasmussen, S. E., *Towns and Buildings*, MIT Press, Cambridge, 1973.
Raw, John y David Wooten (comps.), *Environmental Impact Handbook*, McGraw-Hill, 1980.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en el *Diario Oficial* el 24 de enero de 1976.
Reglamento de zonificación para el territorio del Distrito Federal, publicado en la *Gaceta Oficial* del DDF, núm. 110, el 15 de diciembre de 1976.
Reglamento del registro del plan director para el desarrollo urbano del Distrito Federal, publicado en el *Diario Oficial* el 19 de noviembre de 1976.
Riccabona, C. y M. Wachberger, *Casas aterrazadas*, Serie P + P, núm. 6, Gili, Barcelona, 1977.
Ross, R., *Research*, Barnes and Noble, Nueva York, 1974.
Rothenberg, J., *Economic Evaluation of Urban Renewal*, The Brookings Institution, Washington, 1967.
Rudolfsky, B., *Architecture Without Architects*, Doubleday, Nueva York, 1964.
Rutledge, A. J., *Anatomy of a Park*, McGraw-Hill, Nueva York, 1971.
Rzedowski, A. J., *Vegetación en México*, Limusa, México, 1982.
Sabady, P. Robert, *Arquitectura solar*, CAEC, Barcelona, 1989.
SAHOP, *Normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana*, México, 1969.
Schjetnan, Mario, *Principios de diseño urbano ambiental*, Concepto, 1985.
Secretaría de Obras Públicas, *Manual de proyecto geométrico de carreteras*, SOP, México, 1976.
Secretaría de Recursos Hidráulicos, *Normas de Proyecto para obras de alcantarillado sanitario de localidades urbanas de la República Mexicana*, México, 1976.
_____, *Vocabulario arquitectónico*, SPN, México, 1975.
Sellicoe, Geoffrey y Susan, *El paisaje del hombre. La conformación del entorno desde la prehistoria hasta nuestros días*, Gustavo Gili, Barcelona, 1995.
Serra, Josep, *Elementos urbanos, mobiliario y microarquitectura*, Gustavo Gili, 1999.
Simonds, J. O., *Earthscape*, McGraw-Hill, Nueva York, 1978.
Smithson, A., *Urban Structuring*, Studio Vista, Londres, 1967.
SSA, *Manual de saneamiento: vivienda, agua y desechos*, Dirección de Ingeniería Sanitaria, Limusa, 1998.
Sting, H., *Plantas de bloques de viviendas*, Serie Arquitectura Actual, núm. 8, Gili, Barcelona, 1973.
Subcommittee on Lighting of Tunnels and Underpasses on the Roading Lighting Committee, *Lighting of Tunnels*, Journal of the Illuminating Engineering Society, vol. 1, núm. 3, abril, 1972.
Tandy, C., *Handbook of Urban Landscape*, The Architects Journal Technical Section, Londres, 1972 (en español: *El paisaje urbano*, Blume, Madrid, 1976).
Tetlow, J. y A. Goss, *Homes, Towns and Traffic*, Faber and Faber, Londres, 1970.
Thurow, C., W. Torner y D. Erley, *Performance Controls for Sensitive Lands*, American Society of Planning Officials, Washington, 1975.
Tortolero, Alejandro (comp.), *Tierra, agua y bosques: historia y medio ambiente en el México central*, Potrerillos Editores y Universidad de Guadalajara, 1996.

Unda-Opazo, Francisco, *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*, Limusa-Noriega, 1994.
United Nations, *Climate House Design*, N. Y. Dept. of Economic and Social Affairs, of OUN, 1971.
University Residential Building System, *Contract Documents and Performance Specifications*, University of California, 1967.
Untermann, R. K., *Principles and Practice of Grading, Drainage and Road Alignment: An Ecologic Approach*, Reston, Virginia, 1978.
U. S. Government, *Progress Guide and General Plan*, U. S. Government Printing Office, San Diego, Cal., 1978.
Vélez González, Roberto, *La ecología y diseño arquitectónico*, Trillas, México, 1992.
Wild, F., *Casas unifamiliares aisladas*, Serie P + P, núm. 7, Gili, Barcelona, 1978.
Wilson, A. G., *Urban and Regional Models in Geography and Planning*, Wiley, Londres, 1974.
Wilson, J. O., *Urban Renewal*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1970.
Yeang, Ken, *Proyectar con la naturaleza*, Gustavo Gili, 1995.
Zoewenstein, *Urban Studies*, Free Press, Nueva York, 1971.
Zucker, P., *Town and Square*, MIT Press, Nueva York, 1970.

Índice analítico

Abastecimiento
de materiales, 23
de servicios, 265
Acceso a lotes, 257
Acciones
de instrumentación del gobierno, 20
justificación de las, 60
Acotamientos, 213
Actividad(es)
agrupación de, 72
asociación de, 62
concentración de, 62-63
alternativas de, 79
concordancia de, 90
consolidación de, 54
distribución de, en el espacio, 73
económicas, 171
concepción de, 16
flujo de, 76
humanas, 171
interrelación de, 61, 263
localización de, 72
personas y, flujo de, 61
organización de, 60-61
señalamiento de, 389
simulación de, 71
tipo de, 72
urbanas
análisis de, 60
mezcla caótica de, 71
visible, 90
zonificación según las, 80, 154
mecanismos de, 171
Adocreto, características, 404
Agrandamiento de espacios, 361
Agua(s), 44
cauces de, 130
escurrimiento de, 118
pendientes para el, 311
líneas de, 289
negras, 302-304
estación de bombeo de, 309
sistema de colección de, 302
tratamiento de, 309
pluvial, 300
potable, 281-282, 286, 292-294, 302
Agudeza visual, 192
Aguirre, M. G., 5
Aislamiento social, 31
Alcantarillado, 297-314
sanitario, 299
sistema de, 299
Alimentadores, 42
Alineamiento
coordinación de, 207
de carreteras, 207
horizontal, 204-205, 214
normas de, 204
vertical, 205, 216
Alternativas
costo de, 18
determinación de, 19
exploración de, 61
jerarquizar las, 18
selección de, 19
Altimetría, 40
Altitud
ángulo de, 106
definición, 106
Alumbrado
calidad de, 328
público
árboles y el, 336
uso del, 317
Ambiente
deterioro del, 153
requerimientos del, 29
urbano, calidad del, 97
Amenidad, concepto de, 387
Análisis
conceptual, herramientas del, 19
de sensibilidad, 22
del sitio, 129, 153
programático, 153-154
metas de diseño, 12
objetivos, 12
socioeconómico de la población, 16
urbano
metas de diseño, 12
objetivos, 12
Andador(es), 318
concepto de, 65
iluminación para, 323, 329
vegetación y, 380
Andén de parada, 209
Ángulos solares, cálculo de, 112
Anteproyecto, 21
Anuncios
abuso de, 388
secuencias de, 388
Appleyard, D., 98
Apropiación del medio urbano, 98
Árbol(es)
alumbrado público y, 336
cerca de la vivienda, 117
como rompevientos, 117
de hoja
caduca, 112-113
peree, 113
en el diseño, 130
poda de, 336
uso de, 359
Áreas
clasificación de, 318
colindantes, iluminación en, 328
comerciales, 318
de costo, minimizar, 55
de juego, carencia de, 210
de protección de vientos, 115
de tránsito conflictivo, 328
habitacional, 318
intermedia, 316
ornamental, 318
recreativas
importancia de, 172
necesarias, 166
residencial, 318
urbanas, pendientes en, 253
verdes comunes, 67

Arquitectura
  clásica, 87
  colonial y señalamientos, 394
Arroyo, ancho de, 255
Arteria urbana, 211
Asfalto
  características del, 400
  durabilidad del, 404
Asociación de patrones, 100
Asoleamiento
  importancia del, 103, 106-112
  periodo de, 112
Atributos ecológicos, 270
Autobús(es)
  características, 257
  parada de, 209
    diseño de, 377-378
Autopista, 211
Avances físicos, supervisión de, 23
Avenida(s)
  principales, 47
    propósito de las, 210
  urbana, 211
Azimut
  ángulo de, 106
  definición, 106

Bair, F. H., 169
Bancas, diseño de, 375
Banqueta(s), 256, 318
  dimensiones de, 208-209
  diseño de, 208
  funcionales, 379
  iluminación para, 323
Barragán, F., 5
Barras paralelas, juegos de, 381
Barreras
  concepto de, 98
  de contención, 379
Barrios, subdivisión en, 208
Basureros, características de los, 375-376
Bienes de dominio
  privado, 131
  público, 131
Bocas de tormenta, 253
Bordes visuales, 144
Bosques regionales, 131

Calidad
  ambiental urbana, 97
  del espacio, 358
Calle(s)
  características, 84
  colectoras, 48
  comercial, problemas de la, 84
  cruce de, 257
  de tránsito local, 67
  del diseñador urbano, 252
  espacio de la, 84, 266
  local(es), 211, 318
    propósito de la, 210
    trazo de las, 208
  nomenclatura de las, 86
  orientación de las, 103
  pavimentadas, uso indiscriminado de, 76
  residencial, problemas de la, 84
  urbanas
    con curvas, 252
    velocidad en, 197
Callejón(es), 318
  iluminación de, 329
Calzada, 213
Camellones, 254-255
  abertura en, 255
Camino(s)
  de ferrocarril, 229
  vecinales, 42
Campo visual del conductor, brillantez del, 328
Candela, 318
Capacidad vial, 203
Carácter urbano, reforzar el, 388-389
Careaga, P., 5
Carretera(s)
  características, 89
  con camellón, alineamientos en, 207
  estatales, 42
  federales, 42
  regional, 211
Carriles
  ancho de, en vías urbanas, 254
  auxiliares, 206
  de alta velocidad, iluminación en, 334
  de cambio de velocidad, 232
  de salida, iluminación en, 334
Caseta de paradas, 209
Cauces de agua, 130
Cercas con vegetación, 361
Ciclo de vida, afectación del, 341
Ciclopistas, 318
  iluminación de, 329
Circuito, 211
Circulación
  de paso continuo, 36
  de transporte público, 209
  desorden de, 153
  interna de los edificios, 89
  orientación de la, 88, 399
  peatonal, diseño de, 208
  sistema de, de una zona, 191
  vehicular y alumbramiento público, 317
Cisterna de almacenamiento de agua, 299
Ciudad
  afluencia a la, 57
  estructura vial de una, 207
  funciones básicas de una, 83
  percepción de la, 98
Clima
  análisis del, 12
  caliente
    húmedo, características, 124-125
    seco, características, 120-121
    semihúmedo, 122-123
  desértico, 113
    características, 120
  manejo del, 83
  templado, 113
    características, 118
    especies de, 345-347
  tropical, 114
  valoración del, 142
  vegetación y el, 112
Coeficiente
  de Ocupación de Suelo, 165
    estimación del, 166
Color y textura, 358
Columpios, 381
Comercialización, estrategia de, 21
Comercio(s)
  de mayoreo, 171
  de menudeo, 171
  demanda de, 54
Comodidad
  criterio de, 97
  factores de, 85
  interior, 112
Compatibilidad funcional, 62
Comportamiento
  de las personas, modelar el, 74
  de los usuarios, 90
  social, espacios en el, 37
  urbano, simular el, 78
Comunicación(es)
  medio urbano y , 86
  vías de, 131
  visual, 387
Comunidad
  evolución de la, 95
  identidad de la, 387
  igualdad entre la, 94
  interacción de la, 63
Concepto(s)
  de diseño, 60-68
  de especialidad, 153
  funcionales, proposiciones del, 61
Concertación de programas de fomento, 20
Concreto
  acabados del, 403
  características del, 400
  pisos de, 403

Concursos, celebración de, 23
Condiciones
climáticas, 274
de habitabilidad urbana, 178
Condominio
horizontal, concepto de, 67
régimen de, 45
áreas libres de uso común bajo, 47
vertical, concepto de, 68
Conductor(es)
altura del ojo del, 194
campo visual del, brillantez del, 328
iluminación artificial y, 193
tiempo de reacción del, 194
visión del, 192
con señal de alto, 221
problemas de, 330
Confusión visual
crear, 63
señalamiento y, 387
Congestionamiento, 203
en intersecciones, 207
puntos de, 207
Congruencia, 88
Consecuencias ecológicas, 341
Construcción, precios unitarios de, 52
Contacto personal, intensidad del, 38
Contaminación ambiental, 44
Contextos macroeconómicos, 20
Continuidad(es)
de expresión, 93
simultaneas, 93
Contrastes, 87
Contratos, formulación de, 23
Control
dispositivo de, 229
radio de, 239
Convenio Único de Desarrollo (CUD), 42
Corona, 213
Costo(s)
áreas de, minimizar, 55
de oportunidad, 19
de urbanización
en pendientes pronunciadas, 129
prorrateo del, 67
parámetros de, 59
sociales, 177
sumergido, 19
Costumbres del usuario, 30
Crecimiento
demográfico, 11
urbano espontáneo, 263
Criterios
básicos de imagen, 85
de diseño, 33
de agrupamiento de equipamiento, 184
generales, 275
Croquis de funcionamiento convencionales, 71
Cruce(s)
con vuelta, 222
de calles, 257
peatonales, 209, 258
Cunetas, 213
Curvas
cerradas, iluminación en, 334
circulares, 214
compuestas, 225
de alineamiento horizontal, 214
de transición, 214
horizontales, características, 206-207
verticales, distancia mínima en, 218

Decisiones
costo producto de, 19
proceso de toma de, 16, 18
aspectos de la, 21
información para el, 56
Declinación del sol, 106
Deforestación masiva, efectos de la, 103
Demanda
dinámica de terrenos, 30
habitacional, satisfacer la, 37
masa crítica de, 56
Densidad vehicular, definición, 203
Depreciación lumínica, 328
Derecho de vía , 256
Desarrollo
funcionalidad interna del, 79
habitacional, intensidad de uso de suelo en, 165
residencial, concepto de, 67
urbano
actividades de, 16
espontáneo, no planeado, 71
infraestructura del, 21
paisaje natural y, 341
pendientes en, 129
sin planeación, 263
ubicación del, 16
Desgaste psicológico, 31
Desnivel
entronques en 236
iluminación en, 331
pasos a
inferiores, 231
superiores, 230
Desorientación, 63
Desplazamientos
interurbanos, 207
simulación de, 78
masivo terrestre, 209
Deterioro del entorno, 153
vivienda y, 31

Determinantes del proyecto, 32-33
y segmento del mercado, 32
Diagrama(s)
del método de diseño, 14
solares, 107-110
Dimensionamiento del loteo, 264
Dirección
del viento en el verano, 117
sentido de, 360
Diseñador urbano
conocimiento de valores y, 35
iluminación de las calles y, 194
interpretación del, 64
responsabilidad del, 36
Diseño
criterios
normativos del, 85
particulares de, 118, 252
de circulación peatonal, 208
de paisaje, principios de, 341
del sistema de alcantarillado, 299
elementos de, 86
identidad y los, 388
en clima caliente seco, 120
en profundidad, 92
función del, 388
principios de, 178
vial, criterios de, 207
Diseño urbano
conceptos de, 275
condiciones climáticas y, 103
equipamiento, 12
metas y objetivos del, 12
niveles de decisión y, 11, 15
normar el, 56
posibilidades del, 29
problemática del, 11
zonificación, 12
Distancia de visibilidad, 194-195
en curvas horizontales, 202
medida y registro de la, 201
y aplicaciones, características, 203
Distribución lumínica, 319-321
control de, 322
rango de, 326
Distrito, concepto de, 98, 144
Diversidad, criterio de, 97
Dominio, bienes de, 131
privado, 131
público, 131

Ecosistemas naturales, conservación de, 341
Edificación(es)
de valor patrimonial, 99
sitio de la, 89
urbanas, homogeneidad de, 83

Edificios
agrupación de, 37, 64
circulación interna del, 89
modernos, 92
orientación de los, trayectoria solar y la, 112
separación de los, 115
Eje urbano rápido, 211
Elementos
básico para el diseño de vialidad, 191
balance de, 359
contrastantes, 87
de diseño, 86
decorativos en jardines, 380
del clima, incorporación de, 103
fisicoespaciales, 86
sucesión de, 359
visuales
contrastantes, 100
enfatizar, 88
tipos de, 144
Embotellamiento, 153
Enclaustramiento
visual, grado de, 342-343
volumen y, 358
Entrecruzamientos, 234
efectos del, 234
Entrevistas informales, realización de, 36
Envejecimiento de la población, 181-182
Equipamiento urbano
agrupamiento de, 184
características del, 39
concentración de, 184
dosificación del, 177
organización lineal del, 184
parámetros de, 58
terreno para, 178
uso de suelo para, 172
Equipo interdisciplinario, 11
Erosión
control de la, 363-364
superficial terrestre, 364
Errores de apreciación, 21
Escala, 89
de la vegetación, 358
jerarquía y, 358
jugar con la, 360
proporción y, 358
Escasez relativa de recursos, 18
Escenarios del proyecto urbano, 22
Escurrimiento
de aguas, 118, 130
Esfera de responsabilidad, 23
Espaciamiento de luminarias, 326
Espacio(s)
abiertos, 144
aparición de, 86
árboles en, 359-360
función del, 166
habitabilidad de, 166
índice de, 166
agrandamiento de, 361
articulación del, 91, 361
autocontenido, 144
comportamiento social y, 37
controlado, 37f
de la plaza, 84
de uso común, confinar, 38
de valor patrimonial, 97
definición del, 91
deshumanización de los, 341
determinantes del, 342
distribución de actividades en el, 73-74
estándares de, 169
estructura visual del, 63
exterior(es), 87
climatización de, 115, 363
configuración de, 84
manejo de, 38
flujo de, estimulación de, 71
habitable, índice del, 166
manejo del, 360
propuesta de, 156
movimiento y, 91
para iluminar, clasificación de, 318
puntos en el, 92
reducción de, 361
semiabierto, 144
urbano(s)
actividades en el, 79
definiciones básicas del, 83
funciones del, 84
interrelación de, 263
limpieza visual en el, 394
Especialidad, concepto de, 153
Especulación de lotes urbanizados, 56
Esquema de infraestructura, 13
Esquinas, radio en, 253
Estación(es)
de bombeo de aguas negras, 309
maestra o permanentes, 197
Estacionamiento(s)
disposición de las viviendas hacia, 37
playas de, 54
Estados financieros del proyecto, 22
Estándares de espacio, 169
Estímulos, uso de, 360
Estratigrafía del terreno, 40-41
Estructura(s)
demográfica, cambios de, 181-182
direccional, 99
espacial, 261
concepto de, 63
definición de la, 342
física
localización de la, 72
transformación de, 73
funcional, 61
orgánica, definición de la, 23
perceptual, 88
por asociación, 99
por posicionamiento, 99
tubulares, juegos de, 382
vial
concepto de, 61
de una ciudad, 207
propuesta de, 156
zonificación de la, 80
visual, 97
Estudio de prefactibilidad financiera, 21
Evaluación del proyecto
privada, 22
social, 22
Experiencia, continuidad de, 93
Expresiones, contraste y, 87

Fachada discontinua, 114
Factibilidad financiera, análisis de, 21
Familia(s)
consolidadas y vivienda, 34
distribución de ingresos de la, 73
expectativas de mejoramiento de, 51
individualismo de las, 35
interacción de las, 30
jóvenes y vivienda, 34
maduras, características, 34
objeto de agrupar a las, 33
tipos de, y vivienda, 34
valores de las, 35
Fechas críticas, 106
Ferrocarril(es), 42
pasos para, 227
Fideicomiso Lázaro Cárdenas (FIDELAC), 5
Financiamiento para la urbanización, 57
Flores Calderón, E., 5
Forma(s)
arquitectónica, 90-91
continuidad de la, 99
de la piedra natural, 402
visual y encerramiento, 343
Formulación de requerimientos, 171
FOVI-FOGA, 54
Fraccionamiento(s)
andadores en, 48
autorización de un, 49
avenidas en, 47-48
calles colectoras en, 48
campestre, 45
estructura vial interna, 47
habitacional
popular, 45

residencial, 45
industrial, 45
infraestructura de, 47-48
residenciales de trazo reticular, 93
social progresivo, 45
tipos de, 45
vialidad en, 47-48
Franja
jardinada, 256
lateral, objetivo de la, 252
territorial costera, 131
Fuentes de ingreso, diversificar, 55
Fuentes Freixenet, V., 5
Funcionalidad urbana, importancia de la, 78

Ganancias, optimización de, 31
Gasoductos, 44
Geometría espacial, 92
Graizbord Ed, C., 5
Granulometría del terreno, 40-41
Grava, características de la, 400, 404
Grupo, satisfacción de necesidades de un, 16
Guarnición, 253
Gutiérrez Peña, A., 5

Habitabilidad
de espacios abiertos, 166
urbana, condiciones de, 178
Habitaciones, iluminación y ventilación de, 166
Habitantes, conflicto entre, 71
Heimaux, D., 5
Hidrografía, 130
del terreno, análisis de la, 311
tipos de, 138
Hito, concepto de, 97
Hombre, relación con el, 92
Horizontalidad del espacio, 361

Identidad
de la zona, estructurar la, 94
del usuario, 31
desarrollo del sentido de, 67
perceptual, 85
símbolos verbales e, 85
Iluminación
artificial y conductor, 193
de andadores, 323, 329
de ciclopistas, 329
de habitaciones, 166
horizontal mínima, 329
mínima, 328
montaje de la, 326
obstáculos en la, 336
parcial, 329
Imagen
del proyecto, 63
estructurar la, 93
fomento de la, 54
propósito de la, 63
mayor, 343
subordinada, 343
urbana, 85
metas de diseño, 12
objetivos, 12
Impacto visual, 342
Incendios
caudal contra, 288
Inclinaciones solares, 106
Indicador de empleo por hectárea, 171
Índice
de área recreativa, 166
de automóviles
por residente, 166
totales, 166
de espacios abiertos, 166
de referencia, 18
del espacio habitable, 166
Información
definida, partida de, 390
para la toma de decisiones, 56
visual
articulada, 97
recolección de, 100
Infraestructura de un fraccionamiento, 48-49
Ingeniería de detalle, desarrollo de, 21
Ingresos, parámetros de, 59
Insumos, disponibilidad de, 22
Intensidad de uso de suelo
definición, 165
incremento de, 52
patrón de, 168
Interacción social
de grupo, 33
de la comunidad, 63
dificultad de la, 29
entorpecer la, 38
modalidades del, 31
nivel de, 62
Interés visual, 399
Interrelación de actividades, 263
Intersecciones
a desnivel, iluminación de, 330
a nivel, 220, 229
iluminación de, 330
Inversión, necesidades de, 18
Isletas
canalizadoras, 239
características, 228

Jardín, elementos decorativos en el, 380
Jerarquía, 88
de movimientos, 360
escala y, 358
funcional, 61-62
vial, 48, 207, 211, 255, 263
concepto de, 61
interna, 207
Juegos infantiles, 381
Juntas de dilatación, 403

Lámparas, tipos de, 324
Legibilidad
de anuncios, 388
espacial, 85
Levantamiento topográfico, 40
Ley de
Asentamientos Humanos del Estado de México, 47
Desarrollo Urbano del Distrito Federal, 47
Límites del espacio, 361
Limpieza visual, 394
Línea(s)
de distribución eléctrica, 43
de transmisión eléctrica, 43, 131
del señalamiento, 390
subrasante, 216
telegráficas nacionales, 43
Lineamientos programáticos
alternativas de los, 52
del programa urbano, 49-56
parámetros físicos y, 57
Lluvia, 363
Localización
de viviendas, simulación de, 73
residencial, estudio de, 73
Lote(s)
acceso a, 257
agrupación de, 37
disposición de los, 278
urbanizados, especulación con, 56
vegetación en los, 276, 278
Loteo, dimensionamiento del, 264
Lotificación
alumbrado público y, 317
convencional, 65
dimensiones de la, 275
medio natural y, 261, 278
objetivo de la, 275
principios básicos de, 263
Lugares de encuentro, 97, 208
Lumen, 317-318
Luminarias
clasificación de, 319
espaciamiento de, 326
localización de, 327
orientación de las, 330
selección de, 327

Lux, 318
Luz, distribución de
horizontal, 321
vertical, 321
Lynch, K., 97, 100

Malestar, generación de, 29
Manejo del espacio, propuesta de, 156
Maniobras erróneas, 239
Mantos acuíferos, recarga de, 341
Mapa(s)
de sector urbano, 168
mental, 98
secuenciales, 99-100
Mapeo mental
de la ciudad, 97
referencia en el, 64
Márgenes de seguridad, 57
Márquez Romero, M., 5
Masa crítica de demanda, 56
Materiales
abastecimiento de, 23
para pavimentación, comparación de, 401t
Medición, unidades de, 317-318
Medidas precautorias, 30
Medio(s)
de comunicación públicos, 376
diseño adaptado al, 103
natural, señalamiento y el, 387
urbano y comunicaciones, 86
Mercado
aspectos de, 21
conocimiento, 38
del cliente del, 30
del segmento del, 31f
datos del, 33
desconocimiento del, 31f
determinantes del proyecto y, 32-33
estudio de, aspectos del, 39
expectativas del, interpretación del, 64
sondeo del, 20
tipo de vivienda y, 34
Metas y objetivos
del diseño urbano, 12
multiplicidad de, 18
Microclima, afectación del, 103
Mobiliario
características deseables del, 73
metas de diseño, 13
objetivos, 13
urbano, 49
agrupación de, 373
diseño de, 373
obstaculización de la circulación por el, 373
obstrucción visual por el, 373
topes dentro del, 379
vegetación y, 380
Modelo(s)
de localización de servicios, 74
de ramificación de viajes, 77
de transporte, 79
estructura de, 77
resultados del, 80
funciones básicas de los, 71
Modulación, 360
Montaje de la iluminación, 326
espaciamiento y, 326
Movimiento
continuidad de, 99
espacio y, 91
intraurbano, comprensión del, 80
secuenciado, creación del, 360
sentido visual del, 89

Navejas, G., 5
Necesidades
conocimiento de, 39
insatisfechas de vivienda, 51
Negras, aguas, 299
aportación de, 300
de localidades urbanas, 299
cuantificación de gastos en las, 302
Nivel(es)
de vida, mejoramiento del, 37
freáticos, determinación de, 41
lumínicos, 331
Nodos, 97, 144
Normas
coeficientes de uso y, 178, 179
de alineamiento, 204
estatales, 44-45
y requerimientos, 264

Objetivos
del diseño urbano, 12
multiplicidad de, 18
Obra(s)
contratación de, 23
urbana, valores en la, 94
Obstáculos vehiculares, 378-379
Oferta, parámetros de, 58
Ojo, movimiento del, 190-191
Oleoductos, 44
Organización
de actividades, análisis de, 61
de elementos secuenciales, 99
de recorridos peatonales, 105
espacial, 60
hipótesis de la, 80
funcional de proyecto, 62
lineal del equipamiento, 185
social, 62, 65
visual, 86-87
Orientación
criterio de, 95
sentido de, 85
Ortega San Vicente, A., 5

Paisaje
aprovechamiento del, 130
diseño de, principios de, 341
efecto del viento en el, 116
elementos predominantes del, 154, 341
estructura espacial del, 342
metas de diseño, 13
natural
desarrollo urbano y, 341
destrucción del, 364
objetivos, 13
tipos de, 144
Pantallas, vegetación como, 362
Paradas
anden de, 209
caseta de, 209
de autobuses, 209, 257
de enlace, distancia de visibilidad en, 219
espaciamiento de, 209
ubicación de, 209
Parámetros
financieros, importancia, 57
físicos y programa urbano, 57
Pares viales, 207
Parques nacionales, 131
Pasos superiores a desnivel, 230
Patrimonio histórico, preservación del, 95
Patrón(es)
asociación de, 100
de andador, 65
de consumo, conocimiento de los, 39
de flujo de transporte, 76
de intensidad de uso de suelo, 168
urbanos, 212, 266
Pavimentos
clasificación de, 318
cualidades del, 399
de baldosas, 402
luminosidad de, 318
metas de diseño, 13
objetivos, 13
reflectancia del, 319
texturas del, 90, 404
Peatón
características, 208
cruce de, 258
definición, 208
tránsito vehicular y el, 252
Pendiente(s)
curvatura y la, 206

de las tuberías
de aguas negra, 302-303
de alcantarilla, 311
elevadas, 310
en desarrollo urbano, 129, 253
gobernadora, 216
iluminación en, 330
máxima(s), 216, 303
mínima(s), 216, 303
presión hidráulica y, 282
transversal, 213
velocidad de rebase y, 199
Penetración solar, 106, 112
Percepción
del espacio, 194
urbana, modalidad de, 98
Perfil del proyecto, 20
Permisos de urbanización, 45
Personas y actividades, flujo de, 61
Perspectivas
de la vivienda, 278
del lote, 278
Piedra
bola, 402
características, 400
natural, formas de la, 402
regular, 402
Piso
características del, 403
textura del, 399
Plan(es)
de desarrollo y uso de suelo, 131, 146
maestro municipal, 40f
Planimetría, 39
Plano(s)
recesión de, 92
tratamiento del, 358
volúmenes y, 358
Planteamiento funcional, 153
Playas de estacionamiento, 54
Plazas
características, 83
de uso exclusivo, 68
espacio de las, 84
interiores, 68
múltiples, formación de, 68
Plusvalía
capitalizar la, 54
captación de, 57
Población
análisis socioeconómico de la, 16
envejecimiento de, 181-182
masas de, concentración de, 36
Política económica, impulso de la, 20
Postes de iluminación
sembrado de, 327
tipos de, 325
Potencia luminosa, control de, 322
Pozos
caja, características, 307
con caída
adosada, 307
escalonada, 307
de visita, 306, 307
separación entre, 308
Precios
tope de venta, 54
unitarios de urbanización y construcción, 52
Precipitación pluvial
estudio de la, 103
niveles elevados de, 130
Prefactibilidad financiera, estudio de, 21
Preservación del patrimonio histórico, 95
Principios de diseño, 14, 178, 191, 263, 283, 289
Privacidad, sensación de, 90
Privada, concepto de, 67
Problema(s), 177, 191, 263, 283, 299
actuales, racionalizar los, 78
de las calles, 84
de salud pública, 172
humano, definición del, 29
urbanos, 11, 14
apreciación del, 29
relación de, 61
Problemática urbana, 11
Proceso(s)
de toma de decisiones, 16, 18
información para el, 56
de trabajo del diseño urbano, 15
de transformación urbana, 84
de urbanización, 11, 178
general de diseño urbano, 14
Productos
de mayor potencial, 21
urbanos, potencial de, 20
Profundidad
diseño en, 92
Programa(s)
de fomento, concertación de, 20
de obra, recursos en el, 23
urbano, 56-60
Promoción, enfoque de la, 23
Promotor, función del, 55
Proporción, 89
escala y, 358
Propuesta
de estructuración vial, 156
Proximidad física
importancia de la, 36-37
necesidad de, 38
Proyecciones demográficas y económicas, 169, 171
Proyecto
alternativas del, 19
características, 21
contenido del, 20
de alcantarillado
datos para el, 299-300
periodo económico del, 300
población del, 300
de inversión, 16
implantación de un, 20
destinos principales del, 63
estados financieros del, 22
imagen del, 63
fomento de la, 54
propósito de la, 63
organización funcional del, 52
rentabilidad del, mejorar la, 54
ubicación del, 20
Proyecto urbano
complejidad del, 30
condicionantes del, 46
determinación de, 45
diversificación del, 172
enfoque del, 30
escenarios del, 22
éxito del, 93
funcionalidad del, 208
lineamientos del, 35
productos alternativos, 50
uso de recursos y, 35
vegetación en el, 360
Psicológico
desgaste, 31
social, asesoría del, 36
Publicidad, estímulo de la, 54
Puentes colgantes, 381
Punto(s)
en el espacio, 92
focal, 362

Radio(s)
de control, 222
en esquina, 253
Rampas
directas, 236
semidirectas, 236
sucesivas, distancia de, 238
Rangos bioclimáticos para clima templado, 104
Rasante, 213
Rasgos sociales
compradores y, 31, 33
Realidad, representación de la, 71
Rebase
dos carriles para el, 207
maniobras de, 201-201
condiciones en, 204

tramos de, 199
visibilidad de, 200
Recorridos
continuidad de, 99
diseño de paisaje y, 362
Recreación, promoción de la, 172
Recursos
asignación de, 16, 21
características, 18
escasez relativa de, 16
financieros, estimación de, 55
fuentes de, definición de, 22
manejo de los, eficiencia en el, 21
optimización de, 60
viabilidad del, definición de la, 22
Red(es)
de circuito, 289
de distribución, 290
de drenaje, trazo de la, 312
de infraestructura, 310
de servicio, 264
acceso a la, 265
eficiencia de la, 265-266
localización de las, 292
presiones de la, 288
sistema de, 265
sociales, fortalecimiento de, 68
vial, capacidad de la, 78
Reducción
de espacios, 361
lumínica, sector de, 328-329
Referencia visual, 38
Régimen de condominio, 45
Región templada, características, 118
Reglamento
de Ingeniería Sanitaria, art. 42, 166
estatales de urbanización, 178
Federal sobre obras de Provisión de agua potable, 285-286
Relaciones
funcionales, 75
sociales
estimulación de las, 67
graduar las, 38
Relieve(s)
acentuar los, 365
fisiográfico, 40
forma del, 129
Rentabilidad
comparación de la, 54
de la inversión, precisar la, 21
del proyecto, mejorar la, 54
nivel mínimo de, 19
Repeticiones rítmicas, 86
Representación
gráfica, 387
simplificada de la realidad, 71
Requerimientos
ambientales y sociales, 29
formulación de, 171
habitacionales, 172
Resbaladillas, 382
Reserva de agua, 291
Residencial
modelo de localización, 73
ubicación, predecir, 74
Residentes, identificar con los valores de los, 37
Restricciones federales que afectan el terreno, 42-44, 131
Roce social, 37
Rodríguez Viqueira, M., 5
Rompevientos, 115
Rutas de congestionamiento, identificar, 78

Salud pública, problema de, 172
Sección(es)
transversal, 213
viales, 210
Sector(es)
de bajos ingresos, 35
urbano, mapa de, 168
Secuencia visual, 88-89
uso de la, 359
Seguridad, sensación de, 90
Selección de alternativas, 19
Senda, concepto de, 97
Sensaciones, diversidad de, 85
Sensibilidad, análisis de, 22
Sentido
comunitario, desarrollo del, 37, 68
de dirección, 360
de identidad, desarrollo del, 67
de orientación, 85
visual del movimiento, 88-89
Señalamiento(s)
adheridos a la pared, 391
colocación de, 239
control de, 389
dimensiones del, 389
efectividad de los, 387
exceso de, 387
gráficos de tamaño gigante, 392
líneas del, 390
localización de, 391
metas de diseño, 13
normas de los, 389-390, 394
objetivos, 13
recursos del, 387
sobre la tierra, 393
sujeto a tierra, 392
tipos de, 390
Señales de tránsito, colocación de, 192
Servicios
comerciales, considerar los, 39
concepto de, 74
demanda de, 54
división de, 75
dosificación de, 177
dotación de, 264
modelos de
localización de, 74-75
objetivos del, 75
redes de, 264
acceso a la, 265
eficiencia de la, 265
regulados, 75
Silueta, 91
Simulación
de actividades, 71
de desplazamientos interurbanos, 78
del comportamiento urbano, 78
Sistema(s)
cuadrícula, 212
curvilíneo, 212
de abastecimiento de agua
componentes del, 285
de alcantarillado, 299
componentes, 301
principios de diseño en un, 283
de alumbrado público, 317
de circulación y señalamiento, 85
de desalojo de viviendas, 307
de iluminación en vialidades, 335
de precios, 22
de recolección
de aguas negras, 304
de recorridos, 100
de símbolos, 99
lineal, 212
radial, 212
urbano, propósito del, 72
vial
primario, 252
problemas del, 191
Sitio(s)
análisis del, 12, 153
de interés, 144
Sobrecalentamiento, periodo de, 118
Social
aislamiento, 31
costo, 31
Sociólogo, asesoría de un, 36
Sol, declinación del, 106
Sombra de viento, 116
Subcorona, 213
Subrasante, 213
Subsuelo, tipos de, 136
Suelo(s)
acción del viento en el, 129

altamente orgánicos, 130
arenosos, 129
coeficiente de ocupación de, 165
estimación del, 166
colapsables, 130
condiciones climáticas y el, 129-130
corrosivos, 130
dispersivos, 130
estabilización del, 130
expansivos, 129-130
inorgánicos, 130
permeables, 129, 404
tipos de, 134
uso de, 45
estimar la superficie del, 73
intensidad de
definición, 165
incremento de, 52
patrón de, 168
jerarquizando el, 154
matriz de vocación de, 146
valores del, 130-131
Supercarretera, 318
uniformidad lumínica en, 328
Superficie
destinada
a la construcción, 165
a vialidad, 52
vendible, 52
división de la, 52, 54
vial, reducción de la, 65
Supermanzana, concepto de, 68

Tabique, características, 400-401, 403
Taludes, 213
Tangente(s)
largas, 214
longitud de una, 216
Techo financiero, 19
Teléfonos públicos, diseño de, 376-377
Telégrafos, 43
Temperatura, rangos de comodidad de, 103
Tendencias y desafíos, 182-184
Tenencia del terreno, 131
Tensión social, reducir la, 37
Terraplén, pendientes en, 216
Terreno(s)
aprovechamiento del
límites en el, 172
mejorar el, 55
composición física del, 40
condiciones naturales del, 146
configuración del, 90
viento y la, 116
conocimiento del, 41f
demanda dinámica de, 30
depresiones del, 130
desarrollo del, 60
distribución de, 84
forma del, acentuar la, 365
hidrografía del, análisis de la, 311
impermeables, 19
inspección física del, 39
levantamiento geométrico del, 39-40
para equipamiento urbano, 178
potencial del, 129
restricciones que afectan el, 42-44
selección de, 122
urbanizar el, 56
uso del, intensificar el, 169
vocación de uso del, 146
zonificación natural del, 146
Textura
color y, 358
del piso, 399
Tierra(s)
agrícolas, urbanización de, 153
encuentro con la, 91
no residencial, 165
no urbanizable, 165
ociosa, 165
subdivisiones de la, 264
urbanizable, 165
Tomas domiciliarias, 293
Topes vehiculares, 378-379
Topografía, 129
como recurso natural, 365
cualidades de la, 365
diseño y, 276
Topógrafo, función del, 40
Topología, 100
Transferencia comercial, 21
Transiciones, 87
en las tuberías, 305
Tránsito, 194
composición y distribución, 197
conflictivo, áreas de, 328
dirección del, 196
en hora pico, 196
local, calles de, 67, 210
por sentidos, 197
predicción del, 197
vehicular, peatón y, 252
volumen de, 196-197
Transporte, 76-77
generación de, 78
modelo de, 79
estructura de, 77-78
resultados del, 80
patrón de flujo de, 76
público, 257
circulación de, 209
Tratamiento de aguas negras, 309
Trayectorias
peatonales y vegetación, 366
solares, 106
en invierno, 112
en verano, 113, 122
orientación de edificios y, 112
visuales, 144
Trazo urbano, 95, 97
criterios de, 264, 267
efecto del viento en el, 115-116
orientación del, 112
recomendaciones sobre el, 112
Tubería(s)
cambios
de dirección de las, 303
de pendientes, 303
características de la, 303
conexiones de las, 306
profundidad mínima de, 305
tipos de, 303
tirantes mínimos en, 304
transiciones en las, 306

Ubicación del proyecto, 20
Uniformidad lumínica, 328
Urbanización(es)
característica principal, 11
costo de, prorrateo del, 67
de tierras agrícolas, 153
del terreno, 56
financiamiento para la, 57
masa amorfa de, 83
notificación de, colindantes, 263
permisos de, 45
precios unitarios de, 52
proceso de, 11
reglamentos estatales de, 178
sobre las ciudades, 11
ventajas naturales para la, 146
Uso de suelo, 45
agrícola, 156
comercial, 171
de negocios, 156
de reserva, 156
estimación de la superficie de, 73
industrial, 156
intensidad de
incremento de, 52, 54
jerarquizando el, 154
matriz de vocación de, 146
para equipamiento, 172
patrón de, 168
permisibles, 129
planes de desarrollo y, 131
público, 156
recreativa, 156
residencial, 156, 171-172
semipúblico, 156

señalamiento para definir el, 389
vialidad, 156
zonificación de, 154
Usuario(s)
como peatón o conductor, 191-192
condiciones ambientales y los, 192
dificultad de identidad de los, 153

Valor(es)
de la comunidad, interpretación de los, 93
de los residentes, identificar con los, 37
en la obra urbana, 94-95
interpretación de los, 64
modo de vida y, 35
patrimonial, espacio de, 97
R, 265-266
obtención del, 266
Valoración de variables, 146
Válvulas de seccionamiento, 293
Vegetación
adaptación de la, 360
colocación de la, 116
como elemento estabilizador, 341
cualidades estéticas de la, 362
diseño y, 276
dureza de la, 359
el clima y, 112
en el diseño, 130
escala de la, 358
existente, respetar la, 130
forma de la, 359
manejo funcional de la, 363
manipulación de la, 360
reforzamiento de la, 360
selección de la, 359
tipos de, 140
Vehículos, 194-196
clasificación general, 195
conteo de los, 197
estacionamiento de, 209
proyecto y los, 196
Velocidad, 197-198
carriles de cambio de, 232
control de la, 197
de marcha, 198
de operación, 197
de proyecto, 197
Venta(s)
precios tope de, 54
sensibilidad de, 21
Ventilación
de espacios, 115
de habitaciones, 166
Verticalidad del espacio, 361
Vía(s)
de alta velocidad, iluminación en, 335
de comunicación, 131
de desarrollo, país en, 11
derecho de, 256
férreas, 42
primarias en fraccionamientos, 47
rápida, 318
secundaria, propósito de la, 210
urbanas, ancho de carriles en, 254
Viaje(s)
atracción, 77
concepto de, 76
distribución del, 77
generación del, 77
producción de, 77
ramificación del, 77
Vialidad
construcción de la, 56
en fraccionamientos, 47
iluminación de, 323
interna, función de la, 191
jerarquía de la, 156
metas de diseño, 13
normatividad acerca de la, 47-48
objetivos, 13
parámetros de, 58
primaria, 318
reducción de la, 65
secundaria, 211, 318
sistema de iluminación en, 335
superficie destinada a, 52
Vientos
áreas de protección de, 115
dominantes
aprovechamiento de los, 103
gráficas de vectores de, 114
medición de, 114
fuerza del, 363
manejo favorable del, 115
penetrabilidad del, 364
sombra de, 116
Visibilidad
de parada, distancia de, 198-199
distancia de, 198
de parada en enlaces, 218
de rebase, 198-199
Visión
humana
características de la, 192
clara, características, 193
y deslumbramiento, 192
periférica, características, 193
Vistas
de punto focal, 144
panorámicas, 144
rematada, 144
seriada, 144
Vivienda(s)
acceso a las, calles de, 210
aspiraciones de, 37
disposición de las, 278
hacia estacionamientos, 37
ingresos familiares para, 73
pendientes en, 129
simular la localización de la, 73
tipos, 172
de familia y, 34
Volúmenes
del espacio, 91
planos y, 358
Vuelta, 5
de ángulo recto, 227-228
en U, 225
izquierda, 255
diseños mínimos de, 222
Zanja
tubería en, 285-287
Zapidin, P., 5
Zona(s)
concéntricas, 98
de influencia, 21
de la periferia urbana, 255
desértica semihúmeda, 122
inundables, 129
marítima terrestre, 131
peatonales, diferenciar las, 403
residencial periférica, 94
sistema de circulación de una, 191
Zonificación
criterios de, 155
de actividades, 80
de la estructura vial, 80
de uso de suelo, 154
por intensidad, 165
estructuración de la, 154
indefinición de la, 153
metas de diseño, 12
natural del terreno, 146
objetivos, 12
según actividades, 154
mecanismos de, 171

6A510

Asentamientos irregulares

Guía de soluciones urbanas

La crisis económica existente desde hace varias décadas, la migración permanente a la capital en busca de mejores oportunidades, la incapacidad del gobierno federal para generar empleos y lograr la distribución equitativa de la riqueza, han obligado a grupos mayoritarios de bajos ingresos a comprar lotes irregulares sin estructura vial, con servicios y equipamiento insuficiente, inseguridad, saturación de transporte, entre otros factores que generan malestar y tensión social.

La política totalizadora en la planeación urbana centrada en normar los usos del suelo en toda la ciudad y su periferia, sin comunicar la dinámica transformadora de los asentamientos irregulares que han más que duplicado la superficie de la mancha urbana, ha convertido a la planeación en un instrumento inefectivo.

Las autoridades sólo difieren la solución a tan grave problema social, masivo y complejo, y proporcionan ayuda esporádica, sin coordinación, únicamente con fines políticos o electorales. Por desgracia, existen y continúan aumentando los asentamientos irregulares. Pese a ello, no hay un programa de planeación.

El doctor Bazant, experto en planeación urbana, propone identificar los puntos estratégicos de cada asentamiento, qué acciones deben realizarse y en qué fases de su proceso de consolidación. La obra incluye dos casos de estudio ampliamente ilustrados que sirven de guía al docente en sus ejercicios de taller sobre el tema y al profesionista que pretende encontrar una solución práctica a este nómeno urbano.

MANUAL DE DISEÑO URBANO

Jan Bazant S.

A lo largo de tres décadas, este manual se ha venido actualizando para presentar de manera concisa y práctica las normas y criterios de diseño urbano con los cuales se ha podido dar solución a los problemas que enfrentan nuestras ciudades latinoamericanas, los cuales son complejos y tienen una diversidad de variables que se interrelacionan. De ahí que desde entonces, como ahora, el manual incluya en cada capítulo las normas y criterios técnicos con los que es posible enfocar y proporcionar una solución urbana integrada, lo que lo convierte en un instrumento útil y eficaz tanto para el profesionista como para los estudiantes del tema. Este libro se estructura de manera que puede utilizarse para el diseño de fraccionamientos residenciales, conjuntos de interés social, parques industriales o desarrollos turísticos.

Contenido

Parte I. Análisis preliminares
Análisis programático • Análisis de actividades urbanas
Imagen urbana • Análisis del clima • Análisis del sitio

Parte II. Diseño urbano
Zonificación • Equipamiento • Vialidad
Lotificación • Agua potable • Alcantarillado sanitario
Alumbrado público • Paisaje
Mobiliario urbano • Señalamiento • Pavimentos

TRILLAS
Tienda en línea
www.trillas.mx
www.etrillas.mx
La mejor forma de comprar

ISBN 978-607-17-1402-2